

BEST AVAILABLE COPY

(19) KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020030081626 A
(43)Date of publication of application: 22.10.2003

(21)Application number: 1020020019952
(22)Date of filing: 12.04.2002

(71)Applicant: GAMMANU CO., LTD.
(72)Inventor: PARK, SEUNG MO
AHN, GWANG CHEOL
CHOI, HONG GI
JANG, DO SU
LEE, CHAN HUI

(51)Int. Cl. H01Q 3/36

(54) PHASE MODULATOR FOR CONTROLLING ELECTRICAL BEAM TILT AND DOUBLE BAND BASE STATION ANTENNA USING PHASE MODULATOR

(57) Abstract:

PURPOSE: A phase modulator for controlling an electrical beam tilt and a double band base station antenna using the phase modulator are provided to improve the manual inter modulation distortion characteristics by using a strip transmission line of an air layer and a dielectric load.

CONSTITUTION: A power distributing unit(21) distributes an electric wave signal inputted from an outside to both directions so as to have a constant signal strength. First and second strip transmitting lines(22,23) transmit the electric wave signal distributed by the power distributing unit(21) to first and second output terminals. A dielectric plate(24) is provided on a predetermined portion of the first and second strip transmitting lines(22,23) in order to displace the phase of the electric wave signal outputted through the first and second output terminals. A sliding bar(25) moves the dielectric plate(24) on the first and second strip transmitting lines(22,23) within predetermined distances according to an operation of a user.

COPYRIGHT KIPO 2004

Legal Status

Date of final disposal of an application (20050430)

Patent registration number ()

Date of registration (00000000)

Number of opposition against the grant of a patent ()

Date of opposition against the grant of a patent (00000000)

Number of trial against decision to refuse ()

Date of requesting trial against decision to refuse ()

Date of extinction of right ()

(19)대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷
H01Q 3/36

(11) 공개번호 특2003-0081626
(43) 공개일자 2003년10월22일

(21) 출원번호 10-2002-0019952
(22) 출원일자 2002년04월12일

(71) 출원인 주식회사 감마뉴
경기도 용인시 수지읍 상현리 452-1

(72) 발명자 박승모
경기도수원시팔달구우만동300-5우만공단4층(주)감마뉴

안광철
경기도수원시팔달구우만동300-5우만공단4층(주)감마뉴

최홍기
경기도수원시팔달구우만동300-5우만공단4층(주)감마뉴

장도수
경기도수원시팔달구우만동300-5우만공단4층(주)감마뉴

이찬희
경기도수원시팔달구우만동300-5우만공단4층(주)감마뉴

(74) 대리인 김삼수

심사청구 : 있음

(54) 전기적 빔틸트 조절을 위한 위상 변위기 및 그를 이용한이중대역 기지국 안테나

요약

본 발명은 이동통신 시스템의 기지국 안테나 등에서 수직복사 빔의 방향을 가변하기 위한 위상 변위기와 이를 이용하여 800MHz 또는 900MHz 대역과 1800MHz나 1900MHz 또는 2000MHz 대역을 동시에 이중으로 중계할 수 있는 기지국 안테나를 제공하는 것으로, 위상 변위기에 의해 전기적 빔틸트되어 급전되는 저대역 주파수신호를 복사하기 위한 적어도 하나의 제 1 다이폴 복사소자; 위상 변위기에 의해 전기적 빔틸트되어 급전되는 고대역 주파수신호를 복사하기 위한 적어도 하나의 제 2 다이폴 복사소자; 및 위상 변위기에 의해 전기적 빔틸트되어 급전되는 저대역 및 고대역 주파수신호를 동시에 복사하기 위한 적어도 하나의 제 3 다이폴 복사소자를 구비하되, 적어도 하나의 제 1 내지 제 3 다이폴 복사소자는 불규칙한 순서로 배열되는 것을 특징으로 한다.

대표도

도 7

색인어

위상, 변위기, 빔틸트, 기지국, 안테나

명세서

도면의 간단한 설명

도 1a는 종래의 전기적 빔틸트 장치의 구성도.

도 1b는 종래의 전기적 빔틸트 장치의 사용 상태에 대한 설명도.

도 2a는 본 발명의 일실시에 따른 전기적 빔틸트 조절을 위한 기지국 안테나의 위상 변위기의 구성도.

도 2b는 도 2a에서의 위상 변위기의 사용 예시도.

도 3a 및 도 3b는 도 2a에서의 위상 변위기의 단면 구조도.

도 4a 및 도 4b는 도 2a에서의 위상 변위기의 사용 상태에 대한 설명 예시도.

도 5a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 전기적 빔틸트 조절을 위한 기지국 안테나의 위상 변위기의 구성도.

도 5b는 도 5a에서의 위상 변위기의 사용 예시도.

도 6a는 본 발명의 또다른 실시예에 따른 전기적 빔틸트 조절을 위한 기지국 안테나의 위상 변위기의 구성도.

도 6b는 도 6a에서의 위상 변위기의 사용 예시도.

도 7은 본 발명의 일실시에 따른 위상 변위기를 이용한 이중대역 기지국 안테나의 전면 사시도.

도 8a 및 도 8d는 도 7에서의 제 1 다이폴 복사소자의 전면 사시도.

도 8b 및 도 8f는 도 7에서의 제 2 다이폴 복사소자의 전면 사시도.

도 8c는 도 7에서의 제 3 다이폴 복사소자의 전면 사시도.

도 8e는 도 7 및 8f에서의 빔폭 조절부재의 전면 사시도.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

21: 전력 분배부 22, 23: 스트립 전송선

24: 유전체 판 25: 슬라이딩 바

26 내지 29: 제 1 내지 제 4 홈 31: 유전체 기판

32, 33: 제 1 및 제 2 그라운드 동판 34, 36: 케이블

35, 37: 안테나

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 전기적 빔틸트 조절을 위한 위상 변위기 및 그를 이용한 이중대역 기지국 안테나에 관한 것으로, 특히 이동 통신 시스템의 기지국 안테나 등에서 수직 복사 빔의 방향을 가변하기 위한 위상 변위기와 이를 이용하여 800MHz 또는 900MHz 대역과 1800MHz나 1900MHz 또는 2000MHz 대역을 동시에 이중으로 중계할 수 있는 기지국 안테나에 관한 것이다.

국내의 이동통신 시스템에서는 지역별 및 시간대별로 가입자들의 사용밀도가 변하기 때문에 이러한 상황에서 최적의 서비스를 제공해주기 위하여 기지국 안테나의 수직빔 각도를 조절하여 기지국 커버리지를 조정하는 망관리를 하고 있다.

현재, 국내의 PCS, 셀룰러(Celluar), GSM, 무선 증권서비스 등 대부분의 무선통신 시스템에는 기구적 틸트 방식이 사용되고 있다. 이러한, 기구적 틸트 방식은 안테나에 장착된 기구적 틸트 장치를 이용하여 안테나의 각도를 조절함으로써, 안테나 복사빔의 방향을 직접적으로 가변하는 방식이다.

이러한 안테나 빔틸트 가변 방식을 사용하게 되면, 안테나의 가격을 비교적 저렴하게 할 수 있지만, 기지국 운영을 위해서 기지국 안테나 타워에 기술자가 직접 올라가서 틸트 기구물을 고정하고 있는 여러 개의 볼트를 풀고 안테나 각도를 바꾼 다음 다시 볼트를 조여주는 복잡한 과정을 거쳐야 하므로, 낙사와 같은 위험이 따르며 많은 시간이 소요되어 수리의 신속성이 떨어질 뿐만 아니라, 안테나 틸트 조절을 위한 기술자의 고용이나 이용에 따른 인건비 등에 의한 기지국 운영 유지비가 매우 많이 소요되는 문제점이 있었다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 원격으로 기지국 안테나의 빔틸트를 조절할 수 있는 전기적 빔틸트 방식이 개발되었다. 이러한, 전기적 빔틸트 장치는 원격으로 전달되는 사용자의 지시에 따라 기지국 안테나의 빔틸트를 조절하게 되며, 이를 위해 전기적 빔틸트 장치는 내부에 빔의 위상을 변위시키기 위한 위상 가변기를 구비한다.

한편, 기지국에 설치된 안테나들은 각각 정해진 섹터로 무선주파수를 송수신할 수 있도록 되어 있어, 하나의 기지국에는 단일편파(Single Polarization) 안테나를 이용한 공간 다이버시티(Spatial Diversity)를 사용할 경우 9개 정도의 대형 안테나가 설치되며, 이중편파(Dual Polarization) 안테나를 이용한 편파 다이버시티(Polarization Diversity)를 사용할 경우에는 3개의 대형 안테나가 설치되고, 이 대형 안테나 내부에는 다수의 소형 안테나들이 장착된다.

즉, 상기 전기적 빔틸트 장치는 상기 대형 안테나의 내부에 설치되어 상기 다수의 소형 안테나들의 빔틸트를 조절하게 되는데, 이때 상기 위상 가변기가 원격으로 전달되는 사용자의 지시에 따라 상기 다수의 소형 안테나들의 위상을 변위시키는 것이다. 이를 위해, 종래에는 상기 하나의 위상 가변기가 상기 하나의 소형 안테나만을 조절할 수 있도록 되어 있었다.

이에 따라, 상기 대형 안테나 내부에 8개의 소형 안테나가 장착되어 있으면, 이 대형 안테나 내부에 구비되는 상기 전기적 빔틸트 장치에도 8개의 위상 가변기가 장착되었다.

그러면, 도 1a를 참조하여 이동통신 시스템에서 중계되는 무선주파수신호의 위상을 사용자의 지시에 따라 가변시켜 기지국 안테나의 빔틸트를 조절하기 위한 종래의 전기적 빔틸트 장치에 대하여 살펴보겠다.

도 1a에 도시된 바와 같이, 종래의 전기적 빔틸트 장치는, 빔틸트를 원격으로 제어하기 위한 원격 제어기(11)와, 기지국에 설치된 대형 안테나의 내부에 배열되는 소형 안테나(120a 내지 120n)들과, 입력되는 무선주파수신호의 위상을 사용자의 지시에 따라 가변시켜 소형 안테나(120a 내지 120n)들로 전달하는 위상 가변기(13)와, 원격 제어기(11)로부터 무선이나 유선으로 전달되는 사용자의 지시에 따라 위상 가변기(13)의 위상 가변값을 조절하는 스텝모터(14)로 구성된다.

위상 가변기(13)는 소형 안테나(120a 내지 120n)들에 각각 연결되는 'n' 개의 전송선로의 길이를 기어장치를 이용하여 θ 배율로 일정하게 차이하도록 조절하는 장치로서, 기어장치를 돌리는 방식에 따라 다음과 같이 구현될 수 있다. 여기서, θ 는 소형 안테나(120a 내지 120n)들 간의 위상차이다.

첫째, 원격 제어기(11)에 의해 무선이나 유선으로 조절되는 스텝모터(14)를 장착하고, 원격 제어기(11)를 지면이나 기지국 장비가 있는 위치에 설치하여 원격 제어할 수 있다.

둘째, 스텝모터(14)와 함께 무선 송수신 장치를 장착하여 무선통신으로 원격제어할 수 있다.

셋째, 스텝모터(14)를 사용하지 않고 대형 안테나의 외부에 틸트각을 조절하기 위한 노브를 장착하여, 사용자가 직접 노브를 돌려서 빔틸트를 조절할 수도 있다. 여기서, 상기 대형 안테나는 기지국에 장착되는 안테나로서, 도 1a의 전기적 빔틸트 장치와 소형 안테나(120a 내지 120n)를 포함하여 이루어진다.

상기 첫째 및 두번째의 원격제어 방식은 전기적 빔틸트를 시도하려는 최종 목표이다.

상기 세번째 방식은 사용자가 직접 기지국 타워에 올라가서 빔틸트를 조절하는 방식으로 안테나 장착 기구물에는 손대지 않고 노브만을 돌려 조절하는 방식이다.

사용자가 원격 제어기(11)로 스텝모터(14)를 조절하여 위상 가변기(13)의 전송선로를 일정 각도만큼 이동시키면, 소형 안테나(120a 내지 120n)들에 공급되는 무선주파수신호의 위상이 일정한 위상차 θ 배율로 가변된다.

예를 들어, 도 1b에서와 같이 안테나 간의 위상차 θ 가 공급되면, 등위상전파면이 $\theta \tau$ 각도로 틸트된다. 여기서, 위상차 θ 는 다음 (수학식 1)과 같이 표현된다.

$$\begin{aligned} & \text{수학식 1} \\ & \theta = \beta * d * \sin \theta \tau = (2\pi / \lambda) * d * \sin \theta \tau \end{aligned}$$

상기 (수학식 1)에서, β 는 공간전파상수로서 다음 (수학식 2)와 같고, λ 는 공기중에서의 파장이고, d 는 안테나 간의 거리이다.

$$\begin{aligned} & \text{수학식 2} \\ & \beta = 2\pi / \lambda \end{aligned}$$

그러나, 상기한 바와 같은 종래의 전기적 빔틸트 장치의 경우, 각 기지국 안테나 별로 상기한 바와 같은 종래의 위상 가변기가 부착되므로써, 기지국 안테나의 제조 비용이 많이 소요되었으며, 그리고 제품의 점유면적이 너무 커져 상품성이 떨어지는 문제점이 있었으며, 이를 보완하기 위하여 위상 가변기를 소형화하더라도 가용 전력의 감소하고 혼변조신호(IMD : Inter-Modulation Distortion)가 증가하여 기지국 안테나로는 부적합한 문제점이 있었다.

그리고, 최근에는 800MHz 혹은 900MHz 대역을 서비스하는 기존의 이동통신 서비스 사업자가 1800MHz나 1900MHz 또는 3G 대역의 서비스 사업권을 추가 획득한 경우가 많이 있다. 그러나, 이 사업자는 이미 사용중인 안테나와 기지국들이 있음에도 불구하고 추가로 할당 받은 서비스 대역을 위하여 새로운 안테나와 기지국의 수를 증설해야 하며, 이로 인해 관련 토지 매입, 임대, 인허가, 환경 공해 및 전파 공해 등과 같은 해결해야 할 많은 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 전송선을 물리적 마찰이 없고 손실이 거의 없는 공기층 스트립 전송선으로 구현하고 유전체 부하가 스트립 전송선 사이에서 공중에 떠있도록 구현함으로써, 모든 전송선로 상에서 수동 혼변조신호 발생의 주요 원인인 이종 금속 간의 접합 부위가 없어 수동 혼변조를 최소화할 수 있는 위상 변위기를 제공하는데 그 목적이 있다.

본 발명은 복사 소자간 위상차의 구현이 필요한 부분에 대해서만 제한적으로 유전체 부하를 삽입시켜 유전체 부하 스트립 전송선을 구현함으로써, 배열의 급전 손실을 대폭 줄이고 안테나가 고출력으로 송신할 수 있도록 하는 위상 변위기를 제공하는데 그 목적이 있다.

본 발명은 공기층 스트립 전송선 및 유전체 부하 스트립 전송선과 같은 다층기판 형태로 구현하여 제품의 물리적 두께 및 점유 면적을 대폭 줄일 수 있는 위상 변위기를 제공하는데 그 목적이 있다.

본 발명은 배열 복사소자의 빔틸트에 필요한 모든 위상차를 하나의 슬라이딩 구조로 동시 구현하고 빔틸트를 위한 위상차가 연속적으로 발생되도록 함으로써, 연속적인 빔틸트 각을 용이하게 구현할 수 있는 위상 변위기를 제공하는데 그 목적이 있다.

본 발명은 상기와 같은 위상 변위기를 이용하여 안테나의 전기적 빔틸트를 조절함으로써, 배열 급전 손실이 작고 고출력의 송신을 할 수 있는 기지국 안테나를 제공하는데 그 목적이 있다.

본 발명은 물리적 두께 및 점유 면적이 작은 상기 위상 변위기를 이용하여 안테나를 구현함으로써, 고대역 및 저대역 주파수를 동시에 수용하면서도 제품의 두께 및 점유 면적이 작은 기지국 안테나를 제공하는데 그 목적이 있다.

본 발명은 상기와 같은 위상 변위기와 복사소자 간의 급전을 병렬 급전 방식으로 구현하여 무선주파수신호 입력에서

부터 모든 배열 복사소자까지의 전송 경로차 없이 동위상으로 위상정합됨으로써, 서로 다른 길이의 케이블을 이용하지 않고 동일한 길이의 케이블로 위상 변위기와 배열 복사소자를 연결할 수 있는 기지국 안테나를 제공하는데 그 목적 있다.

발명의 구성 및 작용

이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 이동통신 시스템에서의 기지국 안테나의 전기적 빔틸트 조절을 위한 위상 변위기에 있어서, 외부로부터 입력되는 전파신호를 신호의 세기가 일정하게 양방향으로 분배하기 위한 전력 분배부; 상기 전력 분배부에 의해 분배된 전파신호를 각각 제 1 및 제 2 출력단으로 전송하기 위한 제 1 및 제 2 스트립 전송선; 상기 제 1 및 제 2 스트립 전송선 상에서 좌우로 이동되어 상기 제 1 및 제 2 출력단을 통해 출력되는 전파신호의 위상을 변위시키기 위하여, 상기 제 1 및 제 2 스트립 전송선의 일정 부분에 배치되는 유전체 판; 및 사용자의 조작에 따라 상기 제 1 및 제 2 스트립 전송선 상의 유전체 판을 일정 거리 내에서 좌우로 이동시키기 위한 슬라이딩 바를 포함한다.

본 발명은 이동통신 시스템에서의 기지국 안테나의 전기적 빔틸트 조절을 위한 위상 변위기에 있어서, 외부로부터 입력되는 전파신호를 신호의 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 전송하는 제 1 위상 변위부; 상기 제 1 위상 변위부로부터 출력되는 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 제 1 및 제 2 출력단으로 전송하는 제 2 위상 변위부; 및 상기 제 1 위상 변위부로부터 출력되는 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 제 3 및 제 4 출력단으로 전송하는 제 3 위상 변위부를 포함한다.

본 발명은 이동통신 시스템에서의 기지국 안테나의 전기적 빔틸트 조절을 위한 위상 변위기에 있어서, 외부로부터 입력되는 전파신호를 신호의 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 전송하는 제 1 위상 변위부; 상기 제 1 위상 변위부로부터 출력되는 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 전송하는 제 2 및 제 3 위상 변위부; 상기 제 2 위상 변위부로부터 출력되는 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 제 1 및 제 2 출력단으로 전송하는 제 4 위상 변위부; 상기 제 2 위상 변위부로부터 출력되는 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 제 3 및 제 4 출력단으로 전송하는 제 5 위상 변위부; 상기 제 3 위상 변위부로부터 출력되는 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 제 5 및 제 6 출력단으로 전송하는 제 6 위상 변위부; 및 상기 제 3 위상 변위부로부터 출력되는 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 제 7 및 제 8 출력단으로 전송하는 제 7 위상 변위부를 포함한다.

본 발명은 전기적 빔틸트를 위한 위상 변위기를 이용한 기지국 안테나에 있어서, 상기 위상 변위기에 의해 전기적 빔틸트되어 급전되는 저대역 주파수신호를 복사하기 위한 제 1 다이폴 복사소자; 및 상기 위상 변위기에 의해 전기적 빔틸트되어 급전되는 고대역 주파수신호를 복사하기 위한 제 2 다이폴 복사소자를 구비하되, 상기 제 1 다이폴 복사소자는 상기 제 2 다이폴 복사소자의 상부에 이격되게 형성되는 것을 특징으로 한다.

본 발명은 전기적 빔틸트를 위한 위상 변위기를 이용한 기지국 안테나에 있어서, 상기 위상 변위기에 의해 전기적 빔틸트되어 급전되는 저대역 주파수신호를 복사하기 위한 적어도 하나의 제 1 다이폴 복사소자; 상기 위상 변위기에 의해 전기적 빔틸트되어 급전되는 고대역 주파수신호를 복사하기 위한 적어도 하나의 제 2 다이폴 복사소자; 및 상기 위상 변위기에 의해 전기적 빔틸트되어 급전되는 저대역 및 고대역 주파수신호를 동시에 복사하기 위한 적어도 하나의 제 3 다이폴 복사소자를 구비하되, 상기 적어도 하나의 제 1 내지 제 3 다이폴 복사소자는 불규칙한 순서로 배열되는 것을 특징으로 한다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다.

도 2a는 본 발명의 일실시예 따른 전기적 빔틸트 조절을 위한 기지국 안테나의 위상 변위기의 구성도로서, 기지국 안테나의 위상배열을 1:2로 변위시키기 위한 위상 변위기를 나타낸 것이다.

도 2a에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예 따른 위상 변위기는, 외부로부터 입력되는 전파신호를 신호의 세기가 일정하게 양방향으로 분배하기 위한 전력 분배부(21)와, 전력 분배부(21)에 의해 분배된 전파신호를 각각 출력단(P1) 및 출력단(P2)으로 전송하기 위한 스트립 전송선(22, 23)과, 사용자의 조작에 의해 스트립 전송선(22, 23) 상에서 좌우로 이동되어 출력단(P1, P2)을 통해 출력되는 전파신호의 위상을 변위시키기 위하여, 스트립 전송선(22, 23)의 일정 부분에 배치되는 유전체 판(24)과, 사용자의 조작에 따라 스트립 전송선(22, 23) 상의 유전체 판(24)을 일정 거리 내에서 좌우로 이동시키기 위한 슬라이딩 바(Sliding Bar)(25)를 구비한다.

스트립 전송선(22, 23)은 이격된 두 개의 그라운드 판(도시되지 않았음) 사이의 공기층에 형성된 에어 스트립 전송선(Air Strip Transmission Line)이다.

이러한 스트립 전송선(22, 23)은 동일한 단면 구조로 형성되며, 유전체 판(24)이 없을 경우 스트립 전송선(22, 23)은

도 3a에 도시된 바와 같은 단면 구조로 이루어진다.

도 3a를 참조하여 스트립 전송선(22)의 단면 구조를 예로서 살펴보면, 유전체 기판(31) 상에 형성된 스트립 전송선(22)의 상하에 일정 간격(h1, h2)으로 이격되어 배치되는 제 1 및 제 2 그라운드 동판(31, 32)들 사이의 공기층에 스트립 전송선(22)이 에칭(Etching) 기법에 의해 형성된다. 여기서, 스트립 전송선(22)과 제 1 및 제 2 그라운드 동판(31, 32)의 간격(h1, h2)에 의해 입력임피던스(Z_0) 50Ω 이 결정된다. 이에 따라, 스트립 전송선(22, 23)는 전파상수 β_0 가 유일 해로 결정되며, 이는 수치 해석 기법 등으로 쉽게 계산할 수 있다.

유전체 판(24)은 스트립 전송선(22)의 a1 및 a2 구간과 스트립 전송선(23)의 b1 및 b2 구간 상에 공통되게 배치되며, 스트립 전송선(22, 23)의 일정 부분이 각각 노출되도록 동일한 크기의 제 1 및 제 2 홈(26, 27)이 이격되게 형성된다. 이 제 1 및 제 2 홈(26, 27)은 스트립 전송선(22, 23)를 통해 전파신호가 전송될 때 저역통과필터링 효과를 일으킴으로써, 유전체 판(24)에 의해 입력임피던스가 낮아지는 것을 방지하고 입력임피던스를 정합시켜주는 역할을 수행한다.

이러한 유전체 판(24)이 스트립 전송선(22, 23) 상에 형성될 경우 도 3b에서와 같은 단면 구조로 이루어진다. 스트립 전송선(22, 23)은 동일한 단면 구조를 갖으므로, 예로서 스트립 전송선(22) 상에 형성되는 유전체 판(24)의 단면 구조를 도 3b를 참조하여 살펴보면 다음과 같다.

도 3b에 도시된 바와 같이, 유전체 판(24)은 스트립 전송선(22)의 상하에 일정 간격으로 이격되어 대칭되게 형성되며, 스트립 전송선(22)과 제 1 및 제 2 그라운드 동판(31, 32)들 사이에 일정 간격으로 이격되어 형성된다.

이와 같이, 공기층 스트립 전송선(22, 23)과 제 1 및 제 2 그라운드 동판(32, 33) 사이에 '1'보다 큰 유전율 ϵ_r ($\epsilon_r > 1$)을 갖는 유전체 부하가 삽입되면 파장단축 효과에 의해 전파상수 β_g 는 다음 [수학식 3]에서와 같이 커지고, 파동의 전파속도 v_g 는 다음 [수학식 4]에서 나타난 만큼 느려진다.

$$\text{수학식 3} \\ \beta_g = (\epsilon_{\text{reff}})^{1/2} * \beta_0$$

$$\text{수학식 4} \\ v_g = v_0 / (\epsilon_{\text{reff}})^{1/2}$$

상기 [수학식 3] 및 [수학식 4]에서, ϵ_{reff} 는 유전체 부하 전송선 내에서의 유효 유전율을 나타낸다. 그러므로, 동일 길이의 공기층 스트립 전송선 구간을 지날 때에 비해 위상 전달이 지연된다.

그리고, 슬라이딩 바(25)는 유전체 판(24)의 일측단에 기계적으로 부착되며, 유전체 판(24)과 슬라이딩 바(25)가 부착된 부분에 일정 크기의 제 1 및 제 2 홈(26, 27)이 이격되게 형성된다. 이 제 3 및 제 4 홈(28, 29)은 슬라이딩 바(25)가 좌우로 슬라이딩되도록 하기 위한 것으로, 동일한 길이를 갖는다. 이에 따라, 슬라이딩 바(25)는 최대 제 3 및 제 4 홈(28, 29)의 길이만큼 슬라이딩된다.

이렇게, 유전체 판(24)에 부착된 슬라이딩 바(25)가 사용자에 의한 기계적 조작에 따라 제 3 및 제 4 홈(28, 29)을 통해 좌우로 슬라이딩됨으로써, 유전체 판(24)이 스트립 전송선(22, 23)의 일정 구간에서 좌우로 이동하게 되는 것이다.

한편, 스트립 전송선(22)의 출력단(P1)을 통해 출력되는 전파신호는 케이블(34)을 통해 안테나(35)로 전송되고, 스트립 전송선(23)의 출력단(P2)을 통해 출력되는 전파신호는 케이블(36)을 통해 안테나(37)로 전송된다.

상기한 바와 같은 구조를 갖는 본 발명의 일 실시예에 따른 위상 변위기의 동작에 대하여 도 2b, 도 3a, 도 3b, 도 4a 및 도 4b를 참조하여 상세하게 설명한다.

외부로부터 입력되는 전파신호는 전력 분배부(21)에 의해 그 신호의 세기가 분배되어 스트립 전송선(22)을 통해 출력단(P1)으로 전달된 후 다시 케이블(34)을 통해 안테나(35)로 전송되고, 또한 전력 분배부(21)에 분배된 다른 하나의 신호는 스트립 전송선(23)을 통해 출력단(P2)으로 전달된 후 다시 케이블(36)을 통해 안테나(37)로 전송된다.

이때, 전파상수 β_g 는 상기 [수학식 3]에서와 같고, 파동의 전파속도 v_g 는 상기 [수학식 4]와 같다.

도 2a에 도시된 위상 변위기는 슬라이딩 바(25)의 움직임이 없는 상태를 나타낸 것으로, 이때 스트립 전송선(22)의 a1 및 a2 구간과 스트립 전송선(23)의 b1 및 b2 구간 사이의 공기층 구간 그리고 유전체 판(24)이 위치한 구간의 에어 스트립 전송로가 도 4a에서와 같이 동일하게 완전 대칭이기 때문에, 출력단(P1, P2)을 통해 전송되는 전파신호의 위상차는 '0'이다.

이렇게, 위상차 없이 출력단(P1, P2)을 통해 출력되는 전파신호를 각각 같은 길이의 케이블(34, 36)을 통해 안테나(35, 37)로 연결하였을 때, 안테나(35, 37)의 전기적 등위상면은 안테나(35, 37)의 물리적 개구면과 동일하여 송신방향은 안테나(35, 37) 개구면에 수직인 수평방향이 된다.

여기서, 안테나(35, 37)는 위상배열 안테나 복사패턴을 위해서 소자 패턴만 곱하여 주면 되므로 일반성을 잃지 않는다. 그리고, 안테나(35, 37) 간의 배열 간격(d)은 통상 0.7 내지 0.9 λ 정도로 한다. 단, λ 는 자유공간 파장을 나타낸다.

만일, 사용자가 기계적 조작을 거쳐 슬라이딩 바(25)를 일방향으로 거리 ΔL 만큼 슬라이딩시키면, 도 2b에서 처럼 유전체 판(24)이 슬라이딩 바(25)의 이동방향으로 거리 ΔL 만큼 이동하게 되며, 이로 인해 스트립 전송선(22)은 전파상수 β_0 인 공기층 스트립 전송선 구간이 ' $2\Delta L$ '만큼 늘어나고 전파상수 β_0 인 유전체 부하 스트립 전송선 구간(도 2b의 a3과 a4 구간)이 ' $2\Delta L$ '만큼 줄어들어 도 4b에 도시된 바와 같은 전송 구간이 형성된다.

이에 반하여, 스트립 전송선(23)은 도 2b 및 도 4b에서와 같이 공기층 스트립 전송선 구간이 ' $2\Delta L$ '만큼 줄어들고 유전체 부하 스트립 전송 구간이 ' $2\Delta L$ '만큼 늘어난다.

이에 따라, 도 2a에서의 출력단(P1, P2)의 위상을 '0'으로 할 때, 도 2b는 스트립 전송선(22, 23)에 유전체 부하가 있고 없음에 따른 전파상수의 차 $\Delta\beta$ 에 의해 출력단(P1, P2)에서의 위상이 각각 $\Delta\theta$ 및 $-\Delta\theta$ 가 되어 총 $2\Delta\theta$ 만큼의 차이를 갖게 된다. 여기서, $\Delta\beta$, $\Delta\theta$ 및 $2\Delta\theta$ 는 각각 다음 [수학식 5] 내지 [수학식 7]과 같다.

$$\begin{aligned} & \text{수학식 5} \\ \Delta\beta &= \beta_0 - \beta_g \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{수학식 6} \\ \Delta\theta &= \Delta\beta * \Delta L \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{수학식 7} \\ 2\Delta\theta &= 4 * \Delta\beta * \Delta L \end{aligned}$$

또한, 등위상 케이블(34, 36)을 통해 안테나(35, 37)에 연결되면, 도 2b에 도시된 바와 같이 기지국 안테나 개구면 H1은 기구적으로 똑바로 서 있는 상태에서 전기적인 등위상 파면을 H2로 바꾸어 그에 수직한 방향 H3, 즉 수평방향에서부터 θ_0 방향으로 다운 틸트시킬 수 있다. 이는 유전체 부하 스트립 전송선의 전파속도가 공기층 스트립 전송선에 비해 전파상수만큼 비례하여 느려지는 물리적 현상때문이다. 단, θ_0 은 다음 [수학식 8]과 같다.

$$\begin{aligned} & \text{수학식 8} \\ \theta_0 &= \sin^{-1}((2\Delta\theta / ((2\pi/\lambda)d))) = \sin^{-1}(\lambda\Delta\theta / (\pi d)) \end{aligned}$$

여기서, 외부로부터 입력되는 전파신호가 전력 분배부(21)를 통해 안테나(35, 37)에 이르는 전송경로상의 임피던스는 공기층 스트립 전송선을 기준으로 50Ω 이 되도록 설계되지만, 스트립 전송선(22)의 a1 및 a2 구간 또는 스트립 전송선(23)의 b1 및 b2 구간과 같은 전송경로 내에서는 유전체 부하에 의해 임피던스가 달라져 슬라이딩 바(25)를 거리 $4L$ 만큼 움직일 때, 스트립 전송선(22)의 a1 및 a2 구간과의 입력측 또는 스트립 전송선(23)의 b1 및 b2 구간의 입력측에서 원치 않는 반사파가 발생할 수 있고 이 반사파가 안테나(35, 37)에서 원하는 $\Delta\theta$ 및 $-\Delta\theta$ 의 위상차를 방해하게 된다.

이를 방지하기 위하여, 도 3a와 도 3b에서와 같이 스트립 전송선(22, 23)과 제 1 및 제 2 그라운드 동판(32, 33)의 선 폭과 스트립 전송선(22, 23)과 제 1 및 제 2 그라운드 동판(32, 33)의 간격(h_1, h_2)을 잘 조절할 필요가 있다. 이러한 피 라미터들이 적절히 선택되면, 도 4a에 도시된 바와 같이 도 2a에서의 스트립 전송선(22)의 a1과 a2 구간에 위치한 유전체 판(24)이 일측방향으로 일정 거리 $4L$ 만큼 이동하여 도 2b에서의 스트립 전송선(22)의 a3과 a4 구간에 위치하고, 도 4b에 도시된 바와 같이 도 2a에서의 스트립 전송선(23)의 a1과 a2 구간에 위치한 유전체 판(24)이 일측방향으로 일정 거리 $4L$ 만큼 이동하여 도 2b에서의 스트립 전송선(23)의 b3과 b4 구간에 위치하더라도, 저역통과 필터링 효과에 의해 유전체 판(24)에 의해 임피던스가 일정 크기 이내에서 변화되더라도 원하는 주파수대역 내에서는 파동이 정상적으로 통과할 수 있게 된다.

도 5a는 도 2a에서의 본 발명의 일 실시예 따른 전기적 빔틸트 조절을 위한 기지국 안테나의 위상 변위기의 구성을 확장한 것으로서, 기지국 안테나의 위상배열을 1:4로 변위시키기 위한 위상 변위기를 나타낸 것이다.

도 5a에 도시된 바와 같이, 본 발명의 다른 실시예 따른 위상 변위기는, 외부로부터 입력되는 전파신호를 신호의 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 위상이 $2\Delta\theta$ 인 신호를 출력하는 제 1 위상 변위부(51)와, 제 1 위상 변위부(51)로부터 출력되는 위상이 $2\Delta\theta$ 인 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 위상이 $\Delta\theta$ 인 신호를 출력단(P3, P4)으로 출력하는 제 2 위상 변위부(52)와, 제 1 위상 변위부(51)로부터 출력되는 위상이 $2\Delta\theta$ 인 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 위상이 $\Delta\theta$ 인 신호를 출력단(P5, P6)으로 출력하는 제 3 위상 변위부(53)를 구비한다.

제 1 내지 제 3 위상 변위부(51 내지 53)는 각각 도 2a에서의 본 발명의 일 실시예 따른 위상 변위기와 동일한 구조와 기능을 갖는다.

제 1 위상 변위부(51)는, 입력되는 신호를 분배하기 위한 전력 분배부(54)와, 전력 분배부(54)에 의해 분배된 전파신호를 각각 제 2 및 제 3 위상 변위부(52, 53)로 전송하기 위한 스트립 전송선(55, 56)과, 스트립 전송선(55, 56) 상에서 좌우로 이동되어 제 2 및 제 3 위상 변위부(52, 53)로 전송되는 전파신호의 위상을 변위시키기 위하여 스트립 전송선(55, 56)의 일정 부분에 배치되는 유전체 판(57)과, 스트립 전송선(55, 56) 상의 유전체 판(57)을 일정 거리 내에서 좌우로 이동시키기 위한 슬라이딩 바(58)를 구비한다.

제 2 위상 변위부(52)는, 제 1 위상 변위부(51)로부터 입력되는 신호를 분배하기 위한 전력 분배부(59)와, 전력 분배부(59)에 의해 분배된 전파신호를 각각 출력단(P3, P4)으로 전송하기 위한 스트립 전송선(60, 61)과, 스트립 전송선(60, 61) 상에서 좌우로 이동되어 출력단(P3, P4)으로 전송되는 전파신호의 위상을 변위시키기 위하여 스트립 전송선(60, 61) 상의 일정 부분에 배치되는 유전체 판(62)과, 스트립 전송선(60, 61) 상의 유전체 판(62)을 일정 거리 내에서 좌우로 이동시키기 위한 슬라이딩 바(58)를 구비한다.

제 3 위상 변위부(53)는, 제 1 위상 변위부(51)로부터 입력되는 신호를 분배하기 위한 전력 분배부(63)와, 전력 분배부(63)에 의해 분배된 전파신호를 각각 출력단(P5, P6)으로 전송하기 위한 스트립 전송선(64, 65)과, 스트립 전송선(64, 65) 상에서 좌우로 이동되어 출력단(P5, P6)으로 전송되는 전파신호의 위상을 변위시키기 위하여 스트립 전송선(64, 65) 상의 일정 부분에 배치되는 유전체 판(66)과, 스트립 전송선(64, 65) 상의 유전체 판(66)을 일정 거리 내에서 좌우로 이동시키기 위한 슬라이딩 바(58)를 구비한다.

슬라이딩 바(58)는 도 2a에서와 같은 구조와 기능을 갖도록 형성되어 유전체 판(57, 62, 66)의 일측단에 공통 연결된다. 이에 따라, 유전체 판(57, 62, 66)들은 슬라이딩 바(58)에 의해 동시에 이동된다.

슬라이딩 바(58)와 유전체 판(57, 62, 66) 상에는 도 2a에서와 같은 홈들이 형성된다.

그리고, 제 1 위상 변위부(51)에서 유전체 판(57)이 위치하는 스트립 전송선(55, 56)의 길이가 제 2 위상 변위부(52)에서 유전체 판(62)이 위치하는 스트립 전송선(60, 61)과 제 3 위상 변위부(53)에서 유전체 판(66)이 위치하는 스트립 전송선(64, 65)의 길이보다 2배 정도 길게 형성된다. 이는 제 1 위상 변위부(51)로부터 출력되는 신호가 제 2 및 제 3 위상 변위부(52, 53)로부터 출력되는 신호보다 높은 위상을 갖도록 하기 위한 것이다.

한편, 출력단(P3 내지 P6)들은 각각 케이블(67 내지 70)들을 통해 안테나(71 내지 74)에 접속된다.

도 5a는 슬라이딩 바(58)의 움직임이 없는 상태로서, 이 상태에서 스트립 전송선(55, 60, 64)들이 각각 스트립 전송선(56, 61, 65)들과 서로 대칭을 이루므로, 동위상 급전되어 빔은 수평방향으로 복사된다. 여기서, 안테나(71 내지 74)들 간의 배열 간격(d)은 통상 0.7 내지 0.9 λ 정도로 한다.

도 5b는 슬라이딩 바(58)에 의해 제 1 내지 제 3 위상 변위부(51 내지 53) 상에 각각 배치된 유전체 판(57, 62, 66)이 일정 거리 ΔL 만큼 일측방향으로 이동된 상태이다. 이때, 제 1 위상 변위부(51)의 출력측(c1, c2)에서는 각각 $2\Delta\theta$ 와 $-2\Delta\theta$ 의 위상차를 갖는다. 그리고, 제 2 위상 변위부(52)의 출력단(P3, P4)에서는 $\Delta\theta$ 와 $-\Delta\theta$ 의 위상차를 갖으며, 또한 제 2 위상 변위부(53)의 출력단(P5, P6)에서도 $\Delta\theta$ 와 $-\Delta\theta$ 의 위상차를 갖는다.

이에 따라, 도면에서와 같이 출력단(P3 내지 P6)들에서는 $+3\Delta\theta$, $+\Delta\theta$, $-\Delta\theta$, $-3\Delta\theta$ 의 선형적인 위상차가 발생하도록 하고 동일 길이 케이블(67 내지 70)을 통해 출력단(P3 내지 P6)들에 각각 연결된 안테나(71 내지 74)들은 수평방향에서 θ_0 다운 틸트(Down Tilt)된 방향으로 복사된다.

여기서, 전력 분배부(51 내지 53)들의 전력 분배량을 각각 1:1, 1:2, 2:1로 하여 안테나(71 내지 74)들에 인가되는 전계의 세기를 1:2:2:1 정도로 조절할 수 있다. 따라서, 전계의 세기가 1:1:1:1의 균일분포의 -13dB에 비해 다운 틸트 빔의 수직방향 좌우 1 차 부엽을 약 -15dB 정도로 개선할 수 있다.

도 6a는 도 2a와 도 5a에서의 본 발명에 따른 전기적 빔틸트 조절을 위한 기지국 안테나의 위상 변위기의 구성을 확장한 것으로서, 기지국 안테나의 위상배열을 1:8로 변위시키기 위한 위상 변위기를 나타낸 것이다.

도 6a에 도시된 바와 같이, 본 발명의 또다른 실시예 따른 위상 변위기는, 외부로부터 입력되는 전파신호를 신호의 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 위상이 $4\Delta\theta$ 인 신호를 출력하는 제 1 위상 변위부(81)와, 제 1 위상 변위부(81)로부터 출력되는 위상이 $4\Delta\theta$ 인 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 위상이 $2\Delta\theta$ 인 신호를 출력하는 제 2 및 제 3 위상 변위부(82, 83)와, 제 2 위상 변위부(82)로부터 출력되는 위상이 $2\Delta\theta$ 인 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 위상이 $\Delta\theta$ 인 신호를 출력단(P7, P8)으로 출력하는 제 4 위상 변위부(84)와, 제 2 위상 변위부(82)로부터 출력되는 위상이 $2\Delta\theta$ 인 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 위상이 $\Delta\theta$ 인 신호를 출력단(P9, P10)으로 출력하는 제 5 위상 변위부(85)와, 제 3 위상 변위부(83)로부터 출력되는 위상이 $2\Delta\theta$ 인 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 위상이 $\Delta\theta$ 인 신호를 출력단(P11, P12)으로 출력하는 제 6 위상 변위부(86)와, 제 3 위상 변위부(83)로부터 출력되는 위상이 $2\Delta\theta$ 인 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 위상이 $\Delta\theta$ 인 신호를 출력단(P13, P14)으로 출력하는 제 7 위상 변위부(87)를 구비한다.

제 1 내지 제 7 위상 변위부(81 내지 87)는 각각 도 2a에서의 본 발명의 일 실시예 따른 위상 변위기와 동일한 구조와 기능을 갖는다.

제 1 위상 변위부(81)는, 입력되는 신호를 분배하기 위한 전력 분배부(88)와, 전력 분배부(88)에 의해 분배된 전파신호를 각각 제 2 및 제 3 위상 변위부(82, 83)로 전송하기 위한 스트립 전송선(89, 90)과, 스트립 전송선(89, 90) 상에서 좌우로 이동되어 제 2 및 제 3 위상 변위부(82, 83)로 전송되는 전파신호의 위상을 변위시키기 위하여 스트립 전송선(89, 90)의 일정 부분에 배치되는 유전체 판(91)과, 스트립 전송선(89, 90) 상의 유전체 판(91)을 일정 거리 내에서 좌우로 이동시키기 위한 슬라이딩 바(92)를 구비한다.

제 2 위상 변위부(82)는, 제 1 위상 변위부(81)로부터 입력되는 신호를 분배하기 위한 전력 분배부(93)와, 전력 분배부(93)에 의해 분배된 전파신호를 각각 제 4 및 제 5 위상 변위부(84, 85)로 전송하기 위한 스트립 전송선(94, 95)과, 스트립 전송선(94, 95) 상에서 좌우로 이동되어 제 4 및 제 5 위상 변위부(84, 85)로 전송되는 전파신호의 위상을 변위시키기 위하여 스트립 전송선(94, 95) 상의 일정 부분에 배치되는 유전체 판(96)과, 스트립 전송선(94, 95) 상의 유전체 판(96)을 일정 거리 내에서 좌우로 이동시키기 위한 슬라이딩 바(92)를 구비한다.

제 3 위상 변위부(83)는, 제 1 위상 변위부(81)로부터 입력되는 신호를 분배하기 위한 전력 분배부(97)와, 전력 분배부(97)에 의해 분배된 전파신호를 각각 제 6 및 제 7 위상 변위부(86, 87)로 전송하기 위한 스트립 전송선(98, 99)과, 스트립 전송선(98, 99) 상에서 좌우로 이동되어 제 6 및 제 7 위상 변위부(86, 87)로 전송되는 전파신호의 위상을 변위시키기 위하여 스트립 전송선(98, 99) 상의 일정 부분에 배치되는 유전체 판(101)과, 스트립 전송선(98, 99) 상의 유전체 판(101)을 일정 거리 내에서 좌우로 이동시키기 위한 슬라이딩 바(92)를 구비한다.

제 4 위상 변위부(84)는, 제 2 위상 변위부(82)로부터 입력되는 신호를 분배하기 위한 전력 분배부(102)와, 전력 분배부(102)에 의해 분배된 전파신호를 각각 출력단(P7, P8)으로 전송하기 위한 스트립 전송선(103, 104)과, 스트립 전송선(103, 104) 상에서 좌우로 이동되어 출력단(P7, P8)으로 전송되는 전파신호의 위상을 변위시키기 위하여 스트립 전송선(103, 104) 상의 일정 부분에 배치되는 유전체 판(105)과, 스트립 전송선(103, 104) 상의 유전체 판(105)을 일정 거리 내에서 좌우로 이동시키기 위한 슬라이딩 바(92)를 구비한다.

제 5 위상 변위부(84)는, 제 2 위상 변위부(82)로부터 입력되는 신호를 분배하기 위한 전력 분배부(106)와, 전력 분배부(106)에 의해 분배된 전파신호를 각각 출력단(P9, P10)으로 전송하기 위한 스트립 전송선(107, 108)과, 스트립 전송선(107, 108) 상에서 좌우로 이동되어 출력단(P9, P10)으로 전송되는 전파신호의 위상을 변위시키기 위하여 스트립 전송선(107, 108) 상의 일정 부분에 배치되는 유전체 판(109)과, 스트립 전송선(107, 108) 상의 유전체 판(109)을 일정 거리 내에서 좌우로 이동시키기 위한 슬라이딩 바(92)를 구비한다.

제 6 위상 변위부(86)는, 제 3 위상 변위부(83)로부터 입력되는 신호를 분배하기 위한 전력 분배부(110)와, 전력 분배부(110)에 의해 분배된 전파신호를 각각 출력단(P11, P12)으로 전송하기 위한 스트립 전송선(111, 112)과, 스트립 전송선(111, 112) 상에서 좌우로 이동되어 출력단(P11, P12)으로 전송되는 전파신호의 위상을 변위시키기 위하여 스트립 전송선(111, 112) 상의 일정 부분에 배치되는 유전체 판(113)과, 스트립 전송선(111, 112) 상의 유전체 판(113)을 일정 거리 내에서 좌우로 이동시키기 위한 슬라이딩 바(92)를 구비한다.

제 7 위상 변위부(87)는, 제 3 위상 변위부(83)로부터 입력되는 신호를 분배하기 위한 전력 분배부(114)와, 전력 분배부(114)에 의해 분배된 전파신호를 각각 출력단(P3, P14)으로 전송하기 위한 스트립 전송선(115, 116)과, 스트립 전송선(115, 116) 상에서 좌우로 이동되어 출력단(P3, P14)으로 전송되는 전파신호의 위상을 변위시키기 위하여 스트립 전송선(115, 116) 상의 일정 부분에 배치되는 유전체 판(117)과, 스트립 전송선(115, 116) 상의 유전체 판(117)을 일정 거리 내에서 좌우로 이동시키기 위한 슬라이딩 바(92)를 구비한다.

슬라이딩 바(92)는 도 2a에서와 같은 구조와 기능을 갖도록 형성되어 유전체 판(91, 96, 101, 105, 109, 113, 117)들의 일측단에 공통 연결된다. 이에 따라, 유전체 판(91, 96, 101, 105, 109, 113, 117)들은 슬라이딩 바(92)에 의해 동시에 이동된다.

슬라이딩 바(92)와 유전체 판(91, 96, 101, 105, 109, 113, 117)들 상에는 도 2a에서와 같은 홈들이 형성된다.

제 1 위상 지연부(81)에서 유전체 판(91)이 위치하는 스트립 전송선(89, 90)의 길이가 제 2 위상 지연부(82)에서 유전체 판(96)이 위치하는 스트립 전송선(94, 95)과 제 3 위상 지연부(83)에서 유전체 판(101)이 위치하는 스트립 전송선(98, 99)의 길이보다 2배 정도 길게 형성된다. 이는 제 1 위상 변위부(81)로부터 출력되는 신호가 제 2 및 제 3 위상 변위부(82, 83)로부터 출력되는 신호보다 높은 위상을 갖도록 하기 위한 것이다.

그리고, 제 2 위상 지연부(82)에서 유전체 판(96)이 위치하는 스트립 전송선(94, 95)의 길이가 제 4 위상 지연부(84)에서 유전체 판(105)이 위치하는 스트립 전송선(103, 104)과 제 5 위상 지연부(85)에서 유전체 판(109)이 위치하는 스트립 전송선(107, 108)의 길이보다 2배 정도 길게 형성된다. 이는 제 2 위상 변위부(82)로부터 출력되는 신호가 제 4 및 제 5 위상 변위부(84, 85)로부터 출력되는 신호보다 높은 위상을 갖도록 하기 위한 것이다.

또한, 제 3 위상 지연부(83)에서 유전체 판(101)이 위치하는 스트립 전송선(98, 99)의 길이가 제 6 위상 지연부(86)에서 유전체 판(113)이 위치하는 스트립 전송선(111, 112)과 제 7 위상 지연부(87)에서 유전체 판(117)이 위치하는 스트립 전송선(115, 116)의 길이보다 2배 정도 길게 형성된다. 이는 제 3 위상 변위부(83)로부터 출력되는 신호가 제 6 및 제 7 위상 변위부(86, 87)로부터 출력되는 신호보다 높은 위상을 갖도록 하기 위한 것이다.

한편, 출력단(P7 내지 P14)들은 각각 케이블(118 내지 125)들을 통해 안테나(126 내지 133)에 접속된다.

도 6a는 슬라이딩 바(58)의 움직임이 없는 상태로서, 이 상태에서 제 1 내지 제 7 위상 변위부(81 내지 87) 내의 스트립 전송선들이 서로 대칭을 이루므로, 등위상 급전되어 틸트각이 '0'인 빔이 수평방향으로 복사된다. 여기서, 안테나(126 내지 133)들 간의 배열 간격(d)은 통상 0.7 내지 0.9 λ 정도로 한다.

도 6b는 슬라이딩 바(92)에 의해 제 1 내지 제 7 위상 변위부(81 내지 87) 상에 각각 배치된 유전체 판(91, 96, 101, 105, 109, 113, 117)들이 일정 거리 $4L$ 만큼 일측방향으로 이동된 상태이다.

제 1 위상 변위부(81)의 2 개의 출력측에서 $4\Delta\theta$ 와 $-4\Delta\theta$ 의 위상차를 발생되고, 제 2 및 제 3 위상 변위부(82, 83)의 2 개의 출력측에서 각각 $2\Delta\theta$ 와 $-2\Delta\theta$ 의 위상차가 발생되므로, 제 4 내지 제 7 위상 변위부(84 내지 87)의 2 개의 출력측에서 각각 $\Delta\theta$ 와 $-\Delta\theta$ 의 위상차가 발생된다.

따라서, 도면에서와 같이 유전체 판(91, 96, 101, 105, 109, 113, 117)들이 일정거리 $4L$ 만큼 이동되면, 안테나(127 내지 134)들의 전계 위상이 각각 $+7\Delta\theta$, $+5\Delta\theta$, $+3\Delta\theta$, $+\Delta\theta$, $-\Delta\theta$, $-3\Delta\theta$, $-5\Delta\theta$, 그리고 $-7\Delta\theta$ 가 된다. 이로 인해, 안테나(126 내지 133)들 중에서 인접한 안테나들 간의 위상차는 $2\Delta\theta$ 가 되어 전술한 바와 같이 수평방향에 대해 θ_0 만큼 다운 틸트된 방향으로 복사하게 한다.

도 2a에서의 1:2 위상배열 안테나의 위상 변위기, 도 5a에서의 1:4 위상배열 안테나의 위상 변위기 및 도 6a에서의 1

1:8 위상배열 안테나의 위상 변위기 간의 차이를 비교하여 보면, 본 발명의 위상 변위기의 배열 갯수가 2배씩 늘어나기 때문에 안테나 이득이 2배씩 증가하는 즉 수직방향 빔폭이 2배씩 줄어드는 점에서 차이가 있지만, 다운 틸트 방향은 동일하고 빔틸트 방식은 동일하다.

한편, 전술한 바와 같은 본 발명의 위상 변위기에서는 상기 전력 분배부의 경로 간 임피던스 비를 달리하여 배열 안테나 소자에 인가되는 전계의 세기 또한 조절할 수 있다.

예를 들어, 도 6a의 1:8 위상배열 안테나의 위상 변위기에서 전력 분배부(88, 93, 99, 102, 106, 110, 114)의 전력 분배비를 적절히 설정하면, 배열 안테나 전체적으로 'x:x:x:x:x:x:x'의 세기 패턴으로 급전시킬 수 있어 다운 틸트 빔의 수직 방향 복사패턴의 부엽준위를 약 -17dB 수준으로 개선할 수 있다.

실질적으로, 이동통신 시스템의 기지국 안테나에서는 인접 셀 간 간섭을 줄이기 위하여 수직 복사패턴의 주엽에 인접한 1차 부엽을 낮추려는 많은 노력이 행해지고 있다. 그러나, 기지국 안테나와 같이 동작 주파수 대역폭이 넓은 경우, 스트립 전송선 혹은 마이크로 스트립 전송선으로 이루어진 전력 분배부의 진폭 및 위상전달 오차가 발생된다. 특히, 전력 분배비가 커질수록 위상 변위기의 유전체 부하와 복잡한 전자기적 상호 작용을 초래하여 임피던스 부정합이 일어나므로, 설계한 부엽 준위를 얻기 어려운 경우가 많다.

그러나, 본 발명의 위상 변위기는 상기한 바와 같이 저역통과 필터링 효과를 갖고 있어 전력 분배소자와 위상 변위 소자의 상호작용을 격리시키는 효과가 있다. 따라서, 본 발명의 위상 변위기는 전기적 빔틸트 뿐만 아니라 낮은 부엽준위 또한 용이하게 독립적으로 구현할 수 있다.

그리고, 본 발명의 위상 변위기는 전송경로 상에 이중 금속 간에 물리적 마찰이 없는 공기층 스트립 전송선로로 구현되어 있어, 위상 변위를 위한 유전체 부하 구간 역시 공기층 스트립 전송선과 유전체 판이 일정 간격으로 이격되도록 구현되어 있다. 이에 따라, 본 발명은 모든 전송선 상에서 수동 혼변조 신호 발생의 가장 큰 원인인 이중 금속간 접촉 부위가 없어 혼변조 신호 발생을 최소화할 수 있다는 데 가장 큰 특징이 있으며, 또한 43dBm 2톤 지속과 입력에 대한 -150dBm 이하까지 가능하다.

또한, 본 발명은 다층 기관 공법에 의해 전력 분배소자와 위상 변위소자를 물리적으로 동일 기관상에서 일체화시켜 구현함으로써, 전체적으로 낮은 부엽준위를 갖는 수동 혼변조 특성이 매우 우수하고 제품의 두께가 얇은 저가의 전기적 틸트 안테나를 구현할 수 있도록 하였다.

그러면, 이하에서는 전술한 바와 같은 특징을 갖는 본 발명의 위상 변위기를 이용하여 구현한 본 발명에 따른 이중대역 기지국 안테나에 대해 도 7을 참조하여 살펴본다.

도 7은 본 발명의 일실시에 따른 위상 변위기를 이용한 이중대역 기지국 안테나의 전면 사시도로서, 단일 대역의 전파신호를 수용하는 다수의 제 1 및 제 2 다이폴(Dipole) 복사소자(710, 720)들과 이중 대역의 전파신호를 수용하는 다수의 제 3 다이폴 복사소자(730)들이 일렬로 배열되어 있다.

그리고, 본 발명의 기지국 안테나는, 무선주파수신호 수신을 위해 외부 통신기기에 연결되는 '4' 개의 무선주파수(RF) 커넥터(750)와, 대역별 다운틸트의 각도 조절을 위한 슬라이딩 노브(도시되지 않았음)을 구비한다.

다수의 제 1 다이폴 복사소자(710)는 전술한 본 발명의 위상 변위기에 의해 전기적 빔틸트되어 급전되는 800MHz 또는 900MHz 저대역의 전파신호를 복사한다.

다수의 제 2 다이폴 복사소자(720)는 전술한 본 발명의 위상 변위기에 의해 전기적 빔틸트되어 급전되는 1800MHz 나 1900MHz 또는 2000MHz 고대역의 전파신호를 복사한다.

다수의 제 3 다이폴 복사소자(730)는 전술한 본 발명의 위상 변위기에 의해 전기적 빔틸트되어 급전되는 800MHz 또는 900MHz 저대역의 전파신호와 1800MHz나 1900MHz 또는 2000MHz 고대역의 전파신호를 동시에 복사한다.

한편, 다수의 제 1 내지 제 3 다이폴 복사소자(710, 720, 730)들은 각각 전술한 바와 같은 본 발명의 위상 변위기와 동일한 길이의 케이블을 통해 접속된다.

도 8a를 참조하여 제 1 다이폴 복사소자(710)를 살펴보면, 제 1 다이폴 복사 소자(720)는 저대역의 '±45°' 이중편파를 위한 'X'자형 스트립 다이폴 복사소자로서, 실질적으로 4개의 복사소자가 배치되어 14dBi 정도의 복사이득을 갖는다.

도 8b를 참조하여 제 2 다이폴 복사소자(720)를 살펴보면, 제 2 다이폴 복사소자(720)는 고대역의 '± 45°' 이중편파를 위한 다이아몬드형 스트립 다이폴 복사소자이다. 다이아몬드형 스트립 다이폴 복사자는 '+ 45°' 다이폴 복사소자 2개와 '-45°' 다이폴 복사소자 2개를 각각 대칭되게 배열하여 구현한 것으로, 실질적으로 8개의 복사소자가 배치되어 약 17dBi 복사이득을 갖는다.

도 8c에 도시된 제 3 다이폴 복사소자(730)는 저대역 주파수 복사를 위한 제 1 다이폴 복사소자(710)와 고대역 주파수 복사를 위한 제 2 다이폴 복사소자(720)를 일체화시켜 구현한 것으로, 저대역 주파수신호와 고대역 주파수신호를 동시에 복사할 수 있다.

그리고, 도면에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 기지국 안테나(700)는, 제 1 다이폴 복사소자(710)의 빔폭을 조절하기 위한 제 1 및 제 2 빔폭 조절판(711, 712)과 제 2 다이폴 복사소자(710)의 빔폭을 조절하기 위한 빔폭 조절부재(721)를 더 구비한다.

또한, 본 발명에 따른 기지국 안테나(700)는, 배열된 다이폴 복사소자들 간의 간섭을 방지하기 위한 다수의 간섭방지부재(740)를 더 구비하되, 이 간섭방지부재(740)는 상기 다이폴 복사소자들 사이에 불규칙적으로 배열된다.

도 8d에서와 같이, 제 1 및 제 2 빔폭 조절판(711, 712)은 제 1 다이폴 복사소자(710)를 중심으로 양측에 이격되게 대칭되도록 형성된다.

도 8e에 도시된 바와 같이, 빔폭 조절부재(721)는 다이아몬드형의 제 2 다이폴 복사소자(710)의 사면을 둘러싸기 위해 육면체형으로 이루어진다. 그리고, 빔폭 조절부재(721)의 각 면의 중심 부분에는 일정 크기의 슬릿(722)들이 형성되는데, 이는 빔폭 조절부재(721) 내부에 유입되는 전자파가 공진되지 않고 슬릿(722)을 통해 외부로 누설되도록 하기 위한 것이다.

도 8f는 빔폭 조절부재(721)가 다이아몬드형의 제 2 다이폴 복사소자(710)의 사면을 둘러싸고 있는 전면 사시도를 나타낸 것이다.

상기한 바와 같이, 저대역의 주파수가 고대역 주파수에 비해 2배 정도 낮으므로, 본 발명의 기지국 안테나(700)는 저대역 주파수의 복사를 위한 제 1 다이폴 복사소자(710), 고대역 주파수의 복사를 위한 제 2 다이폴 복사소자(720), 그리고 저대역 및 고대역 주파수의 복사를 위한 제 3 다이폴 복사소자(730)를 교차시켜 배열하였다.

전술한 바와 같은 본 발명의 기지국 안테나는 양 대역 공히 표준 수평 빔폭 65° 을 갖고 편파간 및 대역간 분리도 30 dB를 만족하는 이중대역 이중편파 복사소자의 독특한 배열 구성을 갖으며, 다음과 같은 특징을 갖는다.

첫째, 본 발명은 다이폴 복사소자들을 모두 본 발명의 위상 변위기가 배치되는 반대쪽인 뒷판에 배치하면 양대역 공히 수평방향 복사패턴의 좌우 대칭성을 좋게 한다. 만일, 대역별로 복사소자들을 안테나의 뒷판에 좌우 병렬로 배치하면 수평 복사패턴의 좌우 대칭성일 나빠지며, 그리고 상하로 직렬 배치하면 안테나의 물리적 크기가 너무 커지고 전송손실이 증가하여 이득이 떨어질 수 있다.

둘째, 본 발명에서는 저대역 주파수를 복사시키기 위한 'X'자형 다이폴 복사소자와 고대역 주파수를 복사시키기 위한 다이아몬드형 다이폴 복사소자를 교차시켜 안테나의 대역간 분리도를 개선하였다. 만일, 대역 간에 동일하게 'X'자형 다이폴 복사소자 또는 다이아몬드형 복사소자가 인접하면 대역간 전계의 여기 방향이 서로 같아 불필요한 전자기적 결합이 발생될 수 있다.

셋째, 본 발명에서는 'X'자형 다이폴 복사소자의 경우 양측에 빔폭 조절판을 부착하여 수평 빔폭 65° 를 얻으며, 또한 다이아몬드형 다이폴 복사소자의 경우 상대적으로 넓은 안테나 뒷판이 빔폭을 좁게 만듦으로 육면체형의 빔폭 조절부재를 부착하여 뒷판에 의해 빔폭이 좁아지는 것을 방지하여 수평 빔폭 65° 를 얻는다.

넷째, 본 발명은 다이아몬드형 다이폴 복사소자의 빔폭 조절부재를 부착하여 복사소자 배열에 의한 편파 분리도의 저하를 방지하고 있으며, 또한 이 빔폭 조절부재에는 각 면의 중심에 슬릿을 두고 있어 빔폭 조절부재가 다이아몬드형 다이폴 복사소자 여기 전계와 전자기적으로 결합하여 복사패턴이 무너지는 것을 방지한다. 그리고, 빔폭 조절부재의 슬릿은 빔폭 조절부재 내부에 전자파가 유입되어도 공진하지 않고 슬릿을 통해 유입된 전자파가 누설되도록 하여 공진기 효과가 약화되도록 한다. 이에 따라, 빔폭 조절부재는 슬릿에 의해 고대역 수평 빔폭을 조절하고 편파간 분리도를 개선하며, 또한 좌우 대칭의 깨끗한 수평복사패턴을 유지하도록 한다.

본 발명의 기술사상은 상기 바람직한 실시예에 따라 구체적으로 기술되었으나, 상기한 실시예는 그 설명을 위한 것이며, 그 제한을 위한 것이 아님을 주의하여야 한다. 또한, 본 발명의 기술분야의 통상의 전문가라면 본 발명의 기술사상의 범위에서 다양한 실시예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이 본 발명은 공기층 스트립 전송선과 유전체 부하를 이용하여 위상 변위기를 구현하고 이를 이용하여 기지국 안테나를 구현함으로써, 다음과 같은 효과들을 갖는다.

첫째, 공기층 스트립 전송선으로 구현하고 유전체 부하가 스트립 전송선 사이에서 공중에 떠있도록 위상 변위기를 구현함으로써, 수동 혼변조 특성을 현저하게 향상시킬 수 있다.

둘째, 공기층 스트립 전송선 및 유전체 부하 스트립 전송선과 같은 다층기판 형태로 위상 변위기를 구현하여 제품의 물리적 두께 및 점유 면적을 대폭 줄이고 배열의 급접손실을 줄임으로써, 800MHz 혹은 900MHz 대역의 안테나의 레 이돔 속에 1800MHz, 1900MHz 혹은 2000MHz 대역까지 동시에 수용하는 이중대역 이중편파 안테나를 구현할 수 있도록 하였다.

셋째, 물리적 두께 및 점유 면적이 작은 위상 변위기를 이용하여 안테나를 구현함으로써, 제품의 제조 원가를 대폭 줄 여 상품의 가격 경쟁력을 현저하게 높일 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

이동통신 시스템에서의 기지국 안테나의 전기적 빔틸트 조절을 위한 위상 변위기에 있어서,

외부로부터 입력되는 전파신호를 신호의 세기가 일정하게 양방향으로 분배하기 위한 전력 분배부;

상기 전력 분배부에 의해 분배된 전파신호를 각각 제 1 및 제 2 출력단으로 전송하기 위한 제 1 및 제 2 스트립 전송 선;

상기 제 1 및 제 2 스트립 전송선 상에서 좌우로 이동되어 상기 제 1 및 제 2 출력단을 통해 출력되는 전파신호의 위 상을 변위시키기 위하여, 상기 제 1 및 제 2 스트립 전송선의 일정 부분에 배치되는 유전체 판; 및

사용자의 조작에 따라 상기 제 1 및 제 2 스트립 전송선 상의 유전체 판을 일정 거리 내에서 좌우로 이동시키기 위한 슬라이딩 바

를 포함하는 위상 변위기.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 스트립 전송선은 이격된 두 개의 그라운드 동판 사이의 공기층에 형성되는 것을 특징으로 하는 위 상 변위기.

청구항 3.

제 2 항에 있어서,

상기 유전체 판은 상기 제 1 및 제 2 스트립 전송선의 상하에 일정 간격으로 이격되어 대칭되게 형성되되, 상기 제 1 및 제 2 스트립 전송선과 상기 제 1 및 제 2 그라운드 동판들 사이의 공기층에 일정 간격으로 이격되어 형성되는 것을 특징으로 하는 위상 변위기.

청구항 4.

이동통신 시스템에서의 기지국 안테나의 전기적 빔틸트 조절을 위한 위상 변위기에 있어서,

외부로부터 입력되는 전파신호를 신호의 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 전송하는 제 1 위상 변위부;

상기 제 1 위상 변위부로부터 출력되는 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 제 1 및 제 2 출력단으로 전송 하는 제 2 위상 변위부; 및

상기 제 1 위상 변위부로부터 출력되는 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 제 3 및 제 4 출력단으로 전송

하는 제 3 위상 변위부

를 포함하는 위상 변위기.

청구항 5.

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 내지 제 3 위상 변위부는 각각,

외부로부터 입력되는 전파신호를 신호의 세기가 일정하게 양방향으로 분배하기 위한 제 1 전력 분배부;

상기 제 1 전력 분배부에 의해 분배된 전파신호를 각각 상기 제 2 및 제 3 위상 변위부의 입력단으로 전송하기 위한 제 1 및 제 2 스트립 전송선;

상기 제 1 및 제 2 스트립 전송선 상에서 좌우로 이동되어 상기 제 2 및 제 3 위상 변위부로 출력되는 전파신호의 위상을 변위시키기 위하여, 상기 제 1 및 제 2 스트립 전송선의 일정 부분에 배치되는 제 1 유전체 판;

상기 제 1 위상 변위부에 의해 전송되는 전파신호를 신호의 세기가 일정하게 양방향으로 분배하기 위한 제 2 전력 분배부;

상기 제 2 전력 분배부에 의해 분배된 전파신호를 각각 두 개의 출력단으로 전송하기 위한 제 3 및 제 4 스트립 전송선;

상기 제 3 및 제 4 스트립 전송선 상에서 좌우로 이동되어 상기 두 개의 출력단으로 전송되는 전파신호의 위상을 변위시키기 위하여, 상기 제 3 및 제 4 스트립 전송선의 일정 부분에 배치되는 제 2 유전체 판; 및

사용자의 조작에 따라, 상기 제 1 및 제 2 스트립 전송선 상의 제 1 유전체 판을 일정 거리 내에서 좌우로 이동시키고 상기 제 3 및 제 4 스트립 전송선 상의 제 2 유전체 판을 일정 거리 내에서 좌우로 이동시키기 위한 슬라이딩 바

를 포함하는 위상 변위기.

청구항 6.

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 유전체 판은 상기 슬라이딩 바에 의해 동시에 이동되는 것을 특징으로 하는 위상 변위기.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 유전체 판이 위치하는 상기 제 1 및 제 2 스트립 전송선의 길이가 상기 제 2 유전체 판이 위치하는 상기 제 3 및 제 4 스트립 전송선의 길이보다 실질적으로 두 배만큼 긴 것을 특징으로 하는 위상 변위기.

청구항 8.

이동통신 시스템에서의 기지국 안테나의 전기적 빔틸트 조절을 위한 위상 변위기에 있어서,

외부로부터 입력되는 전파신호를 신호의 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 전송하는 제 1 위상 변위부;

상기 제 1 위상 변위부로부터 출력되는 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 전송하는 제 2 및 제 3 위상 변위부;

상기 제 2 위상 변위부로부터 출력되는 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 제 1 및 제 2 출력단으로 전송하는 제 4 위상 변위부;

상기 제 2 위상 변위부로부터 출력되는 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 제 3 및 제 4 출력단으로 전송하는 제 5 위상 변위부;

상기 제 3 위상 변위부로부터 출력되는 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 제 5 및 제 6 출력단으로 전송

하는 제 6 위상 변위부; 및

상기 제 3 위상 변위부로부터 출력되는 신호를 세기가 일정하게 양방향으로 분배하여 제 7 및 제 8 출력단으로 전송하는 제 7 위상 변위부

를 포함하는 위상 변위기.

청구항 9.

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 위상 변위부는,

외부로부터 입력되는 전파신호를 신호의 세기가 일정하게 양방향으로 분배하기 위한 제 1 전력 분배부;

상기 제 1 전력 분배부에 의해 분배된 전파신호를 각각 상기 제 2 및 제 3 위상 변위부의 입력단으로 전송하기 위한 제 1 및 제 2 스트립 전송선;

상기 제 1 및 제 2 스트립 전송선 상에서 좌우로 이동되어 상기 제 2 및 제 3 위상 변위부로 출력되는 전파신호의 위상을 변위시키기 위하여, 상기 제 1 및 제 2 스트립 전송선의 일정 부분에 배치되는 제 1 유전체 판; 및

사용자의 조작에 따라 상기 제 1 및 제 2 스트립 전송선 상의 제 1 유전체 판을 일정 거리 내에서 좌우로 이동시키기 위한 슬라이딩 바

를 포함하는 위상 변위기.

청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 제 2 위상 변위부는,

상기 제 1 위상 변위부에 의해 전송되는 전파신호를 신호의 세기가 일정하게 양방향으로 분배하기 위한 제 2 전력 분배부;

상기 제 2 전력 분배부에 의해 분배된 전파신호를 각각 상기 제 4 및 제 5 위상 변위부의 입력단으로 전송하기 위한 제 3 및 제 4 스트립 전송선;

상기 제 3 및 제 4 스트립 전송선 상에서 좌우로 이동되어 상기 제 4 및 제 5 위상 변위부의 입력단으로 전송되는 전파신호의 위상을 변위시키기 위하여, 상기 제 3 및 제 4 스트립 전송선의 일정 부분에 배치되는 제 2 유전체 판; 및

사용자의 조작에 따라 상기 제 3 및 제 4 스트립 전송선 상의 제 2 유전체 판을 일정 거리 내에서 좌우로 이동시키기 위한 상기 슬라이딩 바

를 포함하는 위상 변위기.

청구항 11.

제 10 항에 있어서,

상기 제 3 위상 변위부는,

상기 제 1 위상 변위부에 의해 전송되는 전파신호를 신호의 세기가 일정하게 양방향으로 분배하기 위한 제 3 전력 분배부;

상기 제 3 전력 분배부에 의해 분배된 전파신호를 각각 상기 제 6 및 제 7 위상 변위부의 입력단으로 전송하기 위한 제 5 및 제 6 스트립 전송선;

상기 제 5 및 제 6 스트립 전송선 상에서 좌우로 이동되어 상기 제 6 및 제 7 위상 변위부의 입력단으로 전송되는 전파신호의 위상을 변위시키기 위하여, 상기 제 5 및 제 6 스트립 전송선의 일정 부분에 배치되는 제 3 유전체 판; 및

사용자의 조작에 따라 상기 제 5 및 제 6 스트립 전송선 상의 제 3 유전체 판을 일정 거리 내에서 좌우로 이동시키기 위한 상기 슬라이딩 바

를 포함하는 위상 변위기.

청구항 12.

제 11 항에 있어서,

상기 제 4 및 제 5 위상 변위부는 각각,

상기 제 2 위상 변위부에 의해 전송되는 전파신호를 신호의 세기가 일정하게 양방향으로 분배하기 위한 제 4 전력 분배부;

상기 제 3 전력 분배부에 의해 분배된 전파신호를 각각 두 개의 출력단으로 전송하기 위한 제 7 및 제 8 스트립 전송선;

상기 제 7 및 제 8 스트립 전송선 상에서 좌우로 이동되어 상기 두 개의 출력단으로 전송되는 전파신호의 위상을 변위시키기 위하여, 상기 제 7 및 제 8 스트립 전송선의 일정 부분에 배치되는 제 4 유전체 판; 및

사용자의 조작에 따라 상기 제 7 및 제 8 스트립 전송선 상의 제 4 유전체 판을 일정 거리 내에서 좌우로 이동시키기 위한 상기 슬라이딩 바

를 포함하는 위상 변위기.

청구항 13.

제 12 항에 있어서,

상기 제 6 및 제 7 위상 변위부는 각각,

상기 제 3 위상 변위부에 의해 전송되는 전파신호를 신호의 세기가 일정하게 양방향으로 분배하기 위한 제 5 전력 분배부;

상기 제 5 전력 분배부에 의해 분배된 전파신호를 각각 두 개의 출력단으로 전송하기 위한 제 9 및 제 10 스트립 전송선;

상기 제 9 및 제 10 스트립 전송선 상에서 좌우로 이동되어 상기 두 개의 출력단으로 전송되는 전파신호의 위상을 변위시키기 위하여, 상기 제 9 및 제 10 스트립 전송선의 일정 부분에 배치되는 제 5 유전체 판; 및

사용자의 조작에 따라 상기 제 9 및 제 10 스트립 전송선 상의 제 5 유전체 판을 일정 거리 내에서 좌우로 이동시키기 위한 상기 슬라이딩 바

를 포함하는 위상 변위기.

청구항 14.

제 13 항에 있어서,

상기 제 1 내지 제 5 유전체 판은 상기 슬라이딩 바에 의해 동시에 이동되는 것을 특징으로 하는 위상 변위기.

청구항 15.

제 14 항에 있어서,

상기 제 1 유전체 판이 위치하는 상기 제 1 및 제 2 스트립 전송선의 길이가 상기 제 2 및 제 3 유전체 판이 각각 위치하는 상기 제 3 내지 제 6 스트립 전송선의 길이보다 실질적으로 두 배만큼 길고,

상기 제 2 및 제 3 유전체 판이 각각 위치하는 상기 제 3 내지 제 6 스트립 전송선의 길이가 상기 제 4 및 제 5 유전체 판이 각각 위치하는 상기 제 7 내지 제 10 스트립 전송선의 길이보다 실질적으로 두 배만큼 긴 것을 특징으로 하는 위상 변위기.

청구항 16.

제 1 항, 제 4 항 및 제 8 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 출력단들은 각각 동일한 길이의 케이블을 통해 상기 기지국 안테나의 다이폴 복사소자에 연결되는 것을 특징으로 하는 위상 변위기.

청구항 17.

전기적 빔틸트를 위한 위상 변위기를 이용한 기지국 안테나에 있어서,

상기 위상 변위기에 의해 전기적 빔틸트되어 급전되는 저대역 주파수신호를 복사하기 위한 제 1 다이폴 복사소자; 및

상기 위상 변위기에 의해 전기적 빔틸트되어 급전되는 고대역 주파수신호를 복사하기 위한 제 2 다이폴 복사소자를 구비하되,

상기 제 1 다이폴 복사소자는 상기 제 2 다이폴 복사소자의 상부에 이격되게 형성되는 것을 특징으로 하는 기지국 안테나.

청구항 18.

전기적 빔틸트를 위한 위상 변위기를 이용한 기지국 안테나에 있어서,

상기 위상 변위기에 의해 전기적 빔틸트되어 급전되는 저대역 주파수신호를 복사하기 위한 적어도 하나의 제 1 다이폴 복사소자;

상기 위상 변위기에 의해 전기적 빔틸트되어 급전되는 고대역 주파수신호를 복사하기 위한 적어도 하나의 제 2 다이폴 복사소자; 및

상기 위상 변위기에 의해 전기적 빔틸트되어 급전되는 저대역 및 고대역 주파수신호를 동시에 복사하기 위한 적어도 하나의 제 3 다이폴 복사소자를 구비하되,

상기 적어도 하나의 제 1 내지 제 3 다이폴 복사소자는 불규칙한 순서로 배열되는 것을 특징으로 하는 기지국 안테나.

청구항 19.

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,

상기 제 1 다이폴 복사소자의 빔폭을 조절하기 위하여, 'X'자 형의 상기 제 1 다이폴 복사소자의 양측에 이격되어 대칭적으로 형성되는 제 1 및 제 2 빔폭 조절판

을 더 포함하는 기지국 안테나.

청구항 20.

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,

상기 제 2 다이폴 복사소자의 빔폭을 조절하기 위한 빔폭 조절부재를 더 구비하되,

상기 빔폭 조절부재는 다이아몬드형의 상기 제 2 다이폴 복사소자의 사면을 둘러싼 육면체형으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 기지국 안테나.

청구항 21.

제 20 항에 있어서,

상기 빔폭 조절부재의 각 면의 중심 부분에는 일정 크기의 슬릿들이 형성되는 것을 특징으로 하는 기지국 안테나.

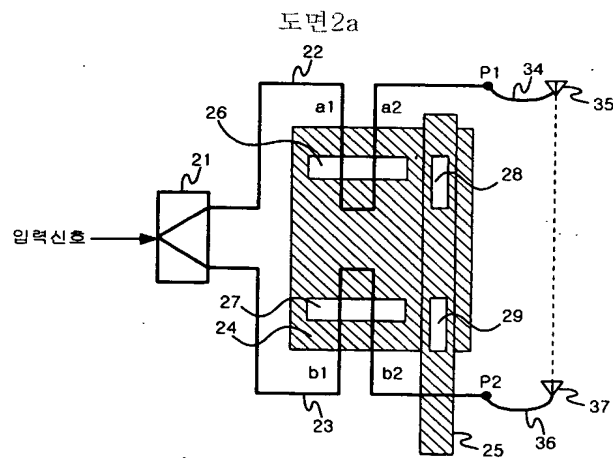
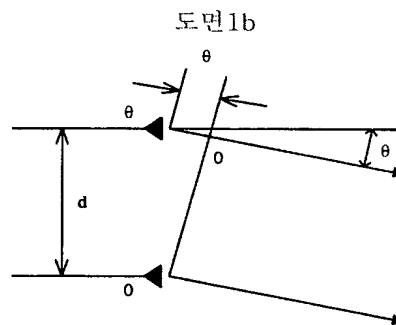
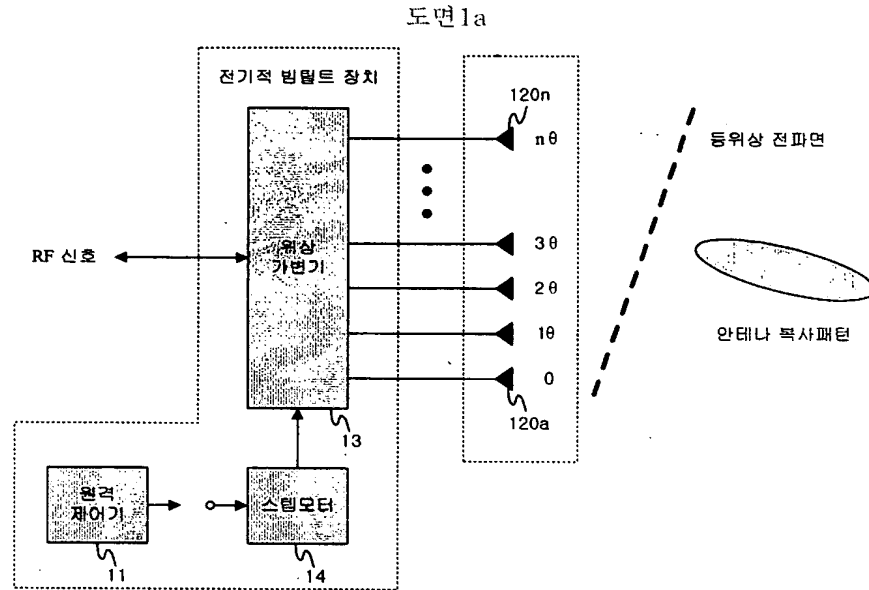
청구항 22.

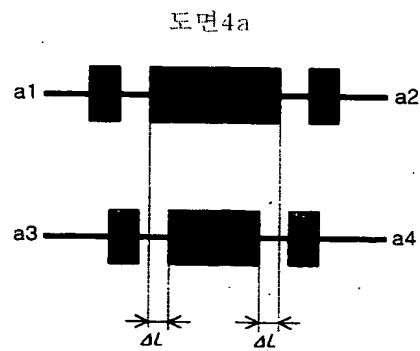
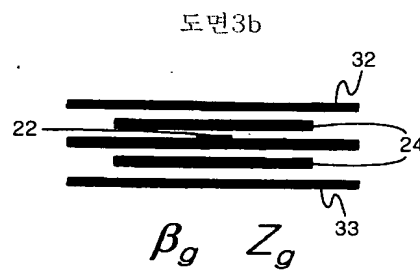
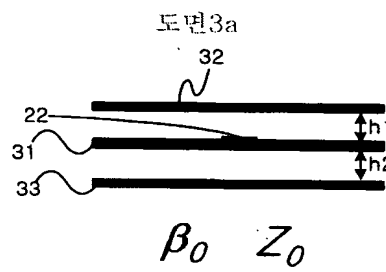
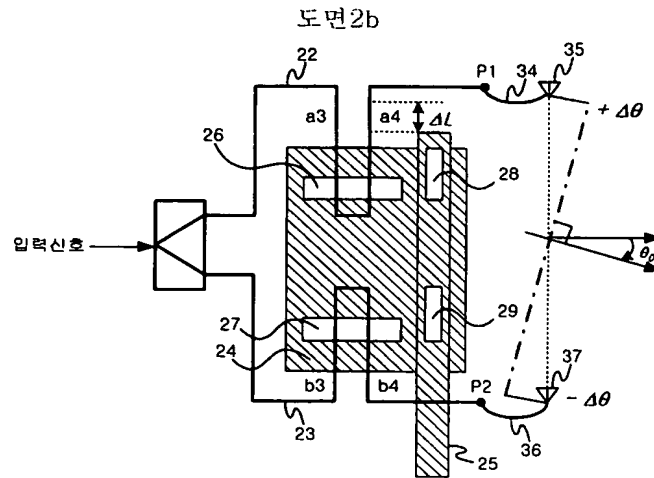
제 18 항에 있어서,

상기 제 3 다이폴 복사소자는,

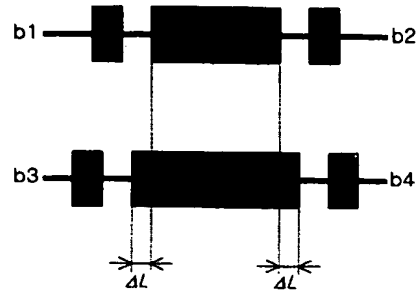
상기 제 1 및 제 2 다이폴 복사소자로 이루어지되, 상기 제 1 다이폴 복사소자가 상기 제 2 다이폴 복사소자의 상부에 이격되게 형성되는 것을 특징으로 하는 기지국 안테나.

도면

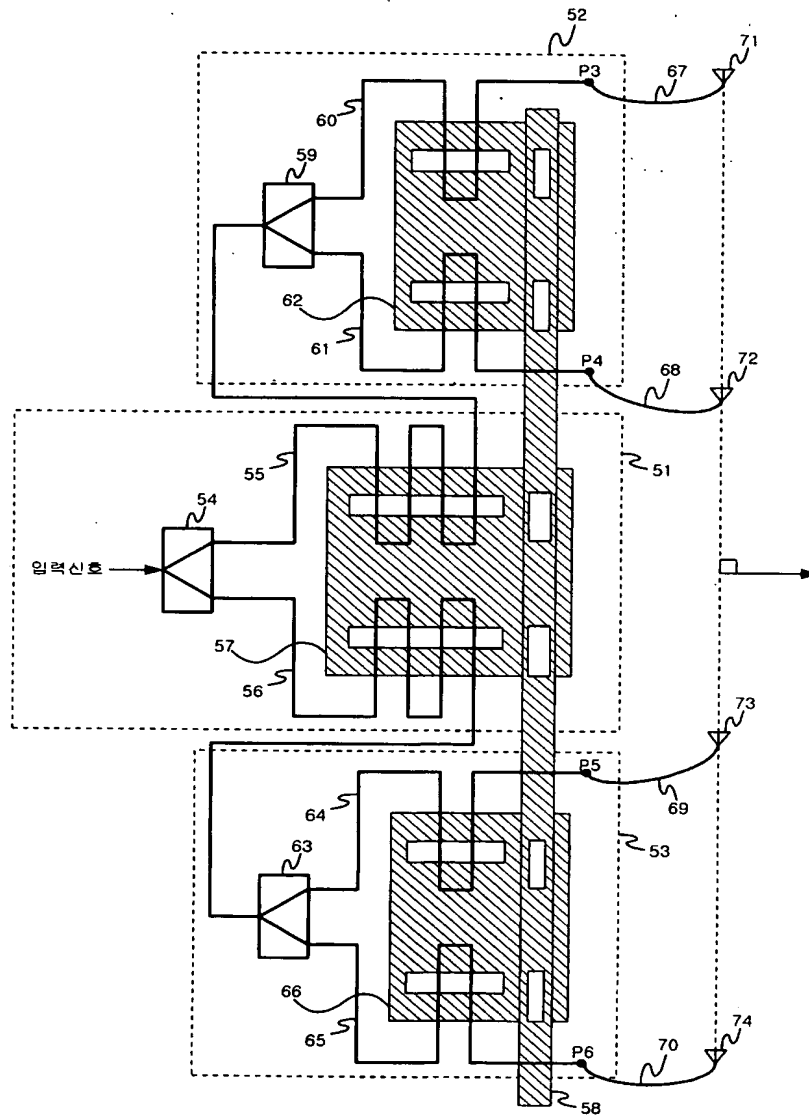




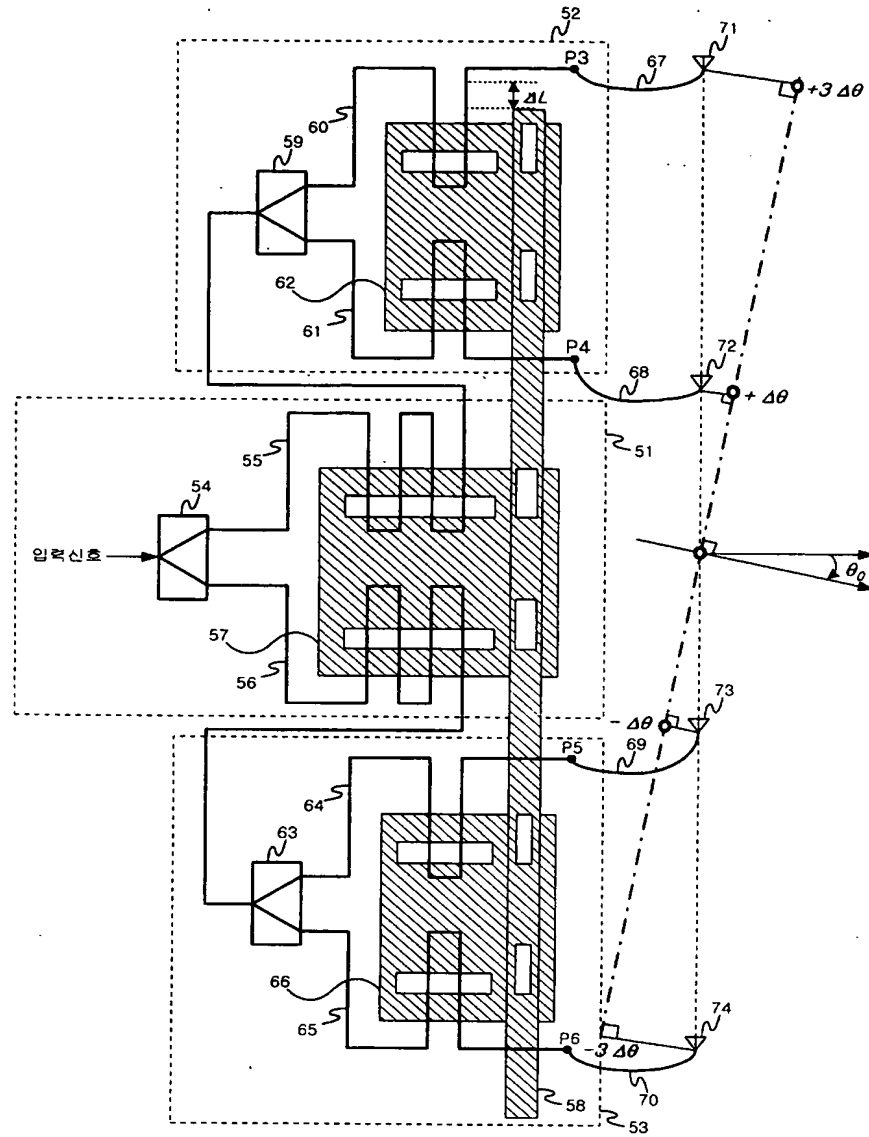
도면4b

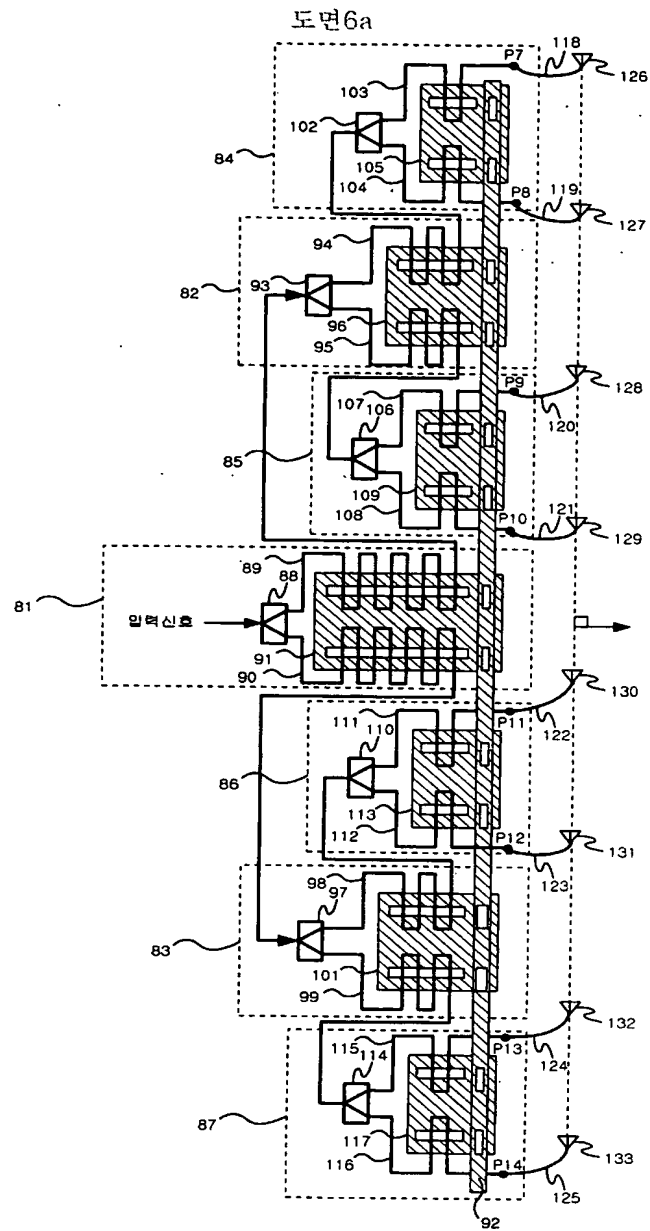


도면5a

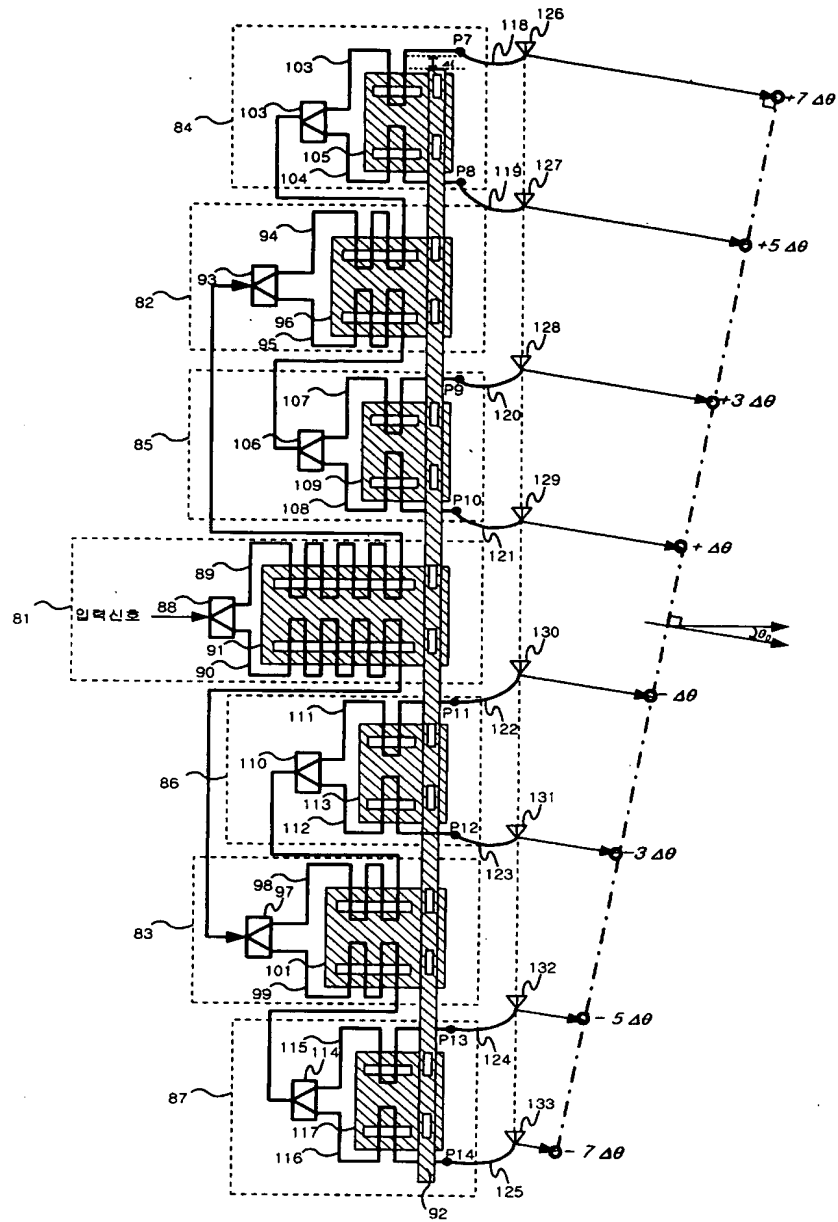


도면5b

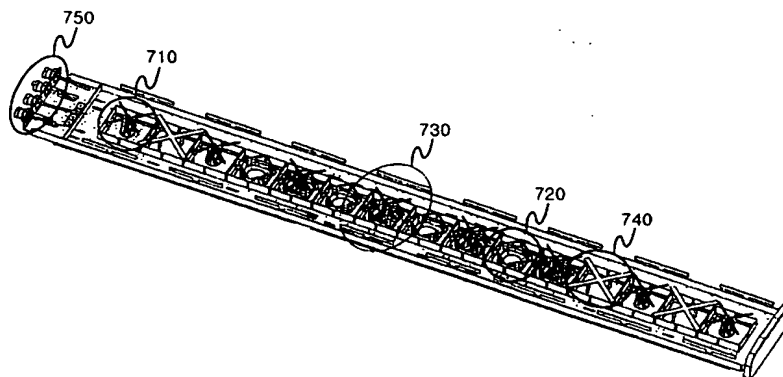




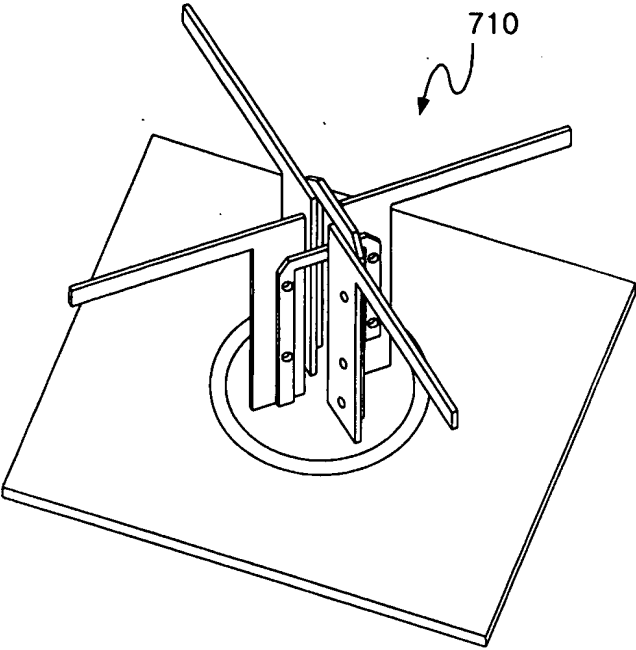
도면6b



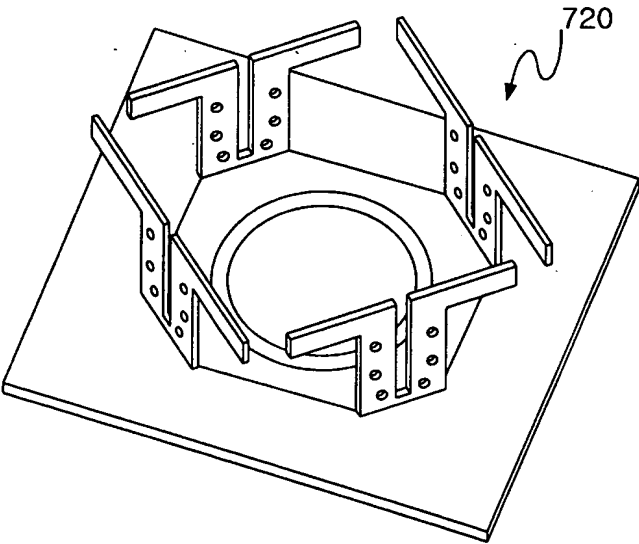
도면7



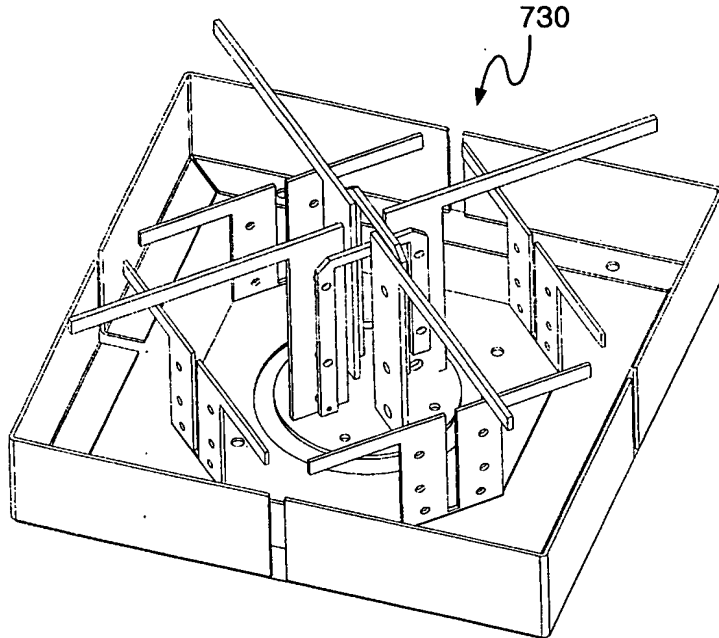
도면8a



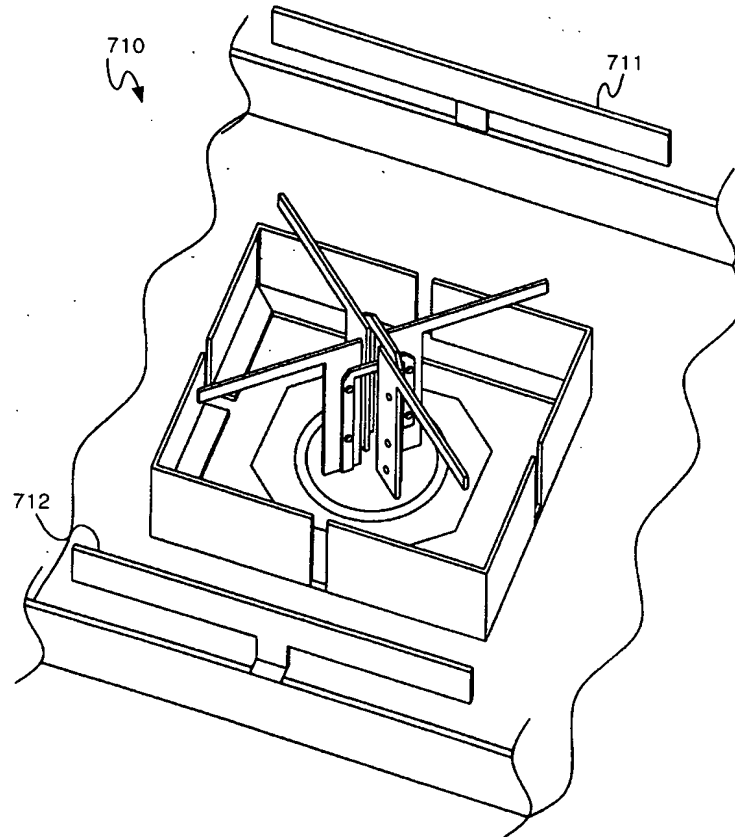
도면8b



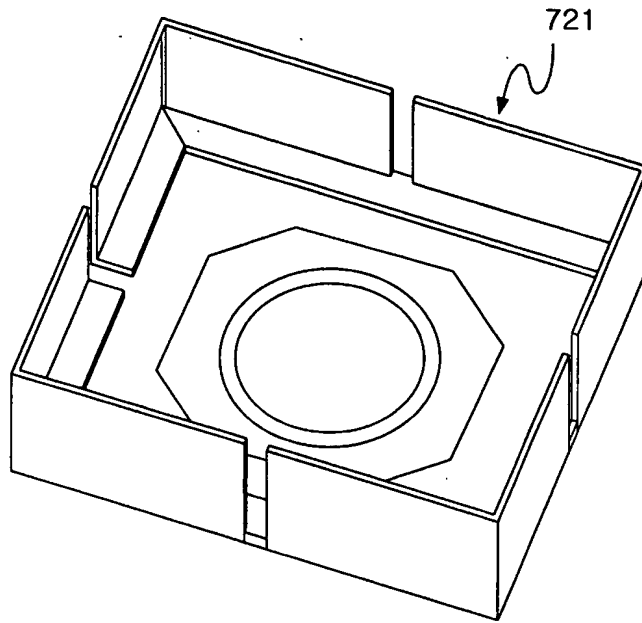
도면8c



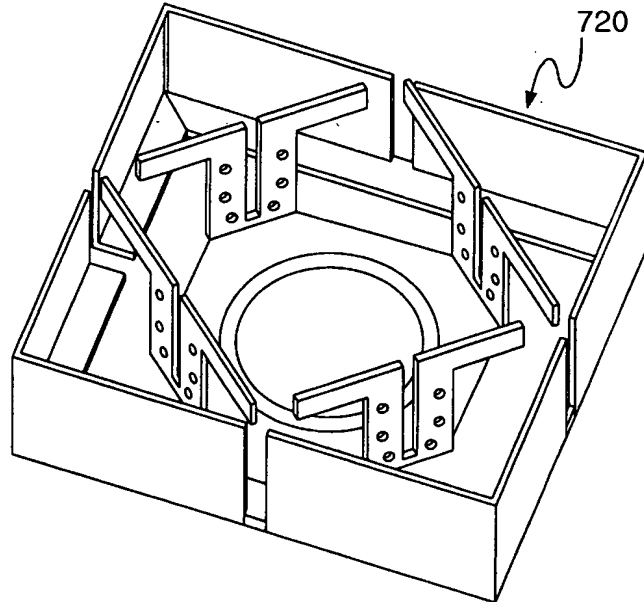
도면8d



도면8e



도면8f



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.